

# MANUAL DE **CONSTRUCCIÓN**



**YURA**

CONCRETOS  
**SUPERMIX**  
Productos de Alta Resistencia

# HOLA

## Soy Mr. Seguridad

Y me encargaré de compartirte algunos consejos para trabajar de forma segura en tus obras de construcción ya que como maestro de obra estás expuesto a muchos riesgos que pueden ocasionar accidentes de diversa índole incluso mortales, por eso juntos vamos a prevenirlos y aplicarlos en tu día a día.

## Soy Mr. Estructural

Juntos vamos a conocer los tipos de materiales de construcción que necesitas para realizar una buena obra, siguiendo los lineamientos de construcción de forma responsable para garantizar la fortaleza de tus obras, verificando que cumplan con las normas de producción y protección que necesitas para ser el mejor.





Con la finalidad de promover un mayor conocimiento a todos los profesionales de la construcción, Yura ha elaborado este Manual de Obra, el cual recoge los procedimientos, recomendaciones, instrucciones y ejemplos de diversos compendios y de profesionales con gran experiencia en la construcción. Este manual ayudará al profesional en diseño y construcción a contar con los datos e información muy útil en las diferentes etapas y procesos constructivos.

Nuestros productos de última generación, utilizados en la industria de la construcción alrededor del mundo, debido a sus grandes ventajas y propiedades, tales como el incremento de la resistencia a la compresión, la resistencia al ataque de sulfatos, un bajo calor de hidratación, la inhibición de la reactividad álcali-agregado y mayor impermeabilidad.

Estas propiedades, permiten obtener un concreto de Alta Resistencia y sobre todo de gran Durabilidad.

El concreto, tema principal de este manual, es el material fundamental en toda obra de infraestructura, por lo tanto, es importante conocerlo, en todas las etapas de su elaboración, conocimiento de los materiales que componen el concreto, diseño de mezcla, preparación, colocación, curado, etc.



## CONTENIDO

# 1

### 08 CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE DE VIVIENDA

- 09 Qué es un sismo (terremoto).
- 09 El peligro sísmico.
- 10 Concepción estructural sismo resistente.
- 12 Distribución de muros.
- 13 Como pre-dimensionar los muros.
- 15 Consideraciones sobre la ubicación de la vivienda



# 2

### 17 TERRENOS Y SUELOS

- 18 Tipos de suelo.
- 19 Resistencias por tipo de suelo.
- 20 Estudio de mecánica de suelos.
- 21 Preparación del terreno.
- 22 Calzaduras.
- 24 Ángulos de reposo de taludes.
- 24 Subzapatas



# 3

### 26 CONCRETO

- 27 Ingredientes del concreto.
- 27 Ventajas de los cementos puzolánicos.
- 29 Almacenaje del Cemento.
- 30 Diseño de mezclas.
- 35 Influencia de transporte y colocación en la resistencia.
- 36 Colocación del concreto.
- 40 Colocación especial en diferentes climas.
- 42 Compactación – consistencia.
- 43 Curado del concreto.
- 45 Concreto armado.
- 54 Longitudes de anclajes.
- 55 Empalmes.
- 57 Empalmes en losas, vigas y viguetas.
- 59 Juntas de construcción y juntas funcionales.





# 4

## 65 ALBAÑILERÍA

- 66 Albañilería
- 69 Bloquetas de concreto.
- 72 Tabiques.
- 73 Parapetos.
- 75 Cimientos y sobrecimientos.
- 76 Pisos.
- 79 Escaleras.



# 5

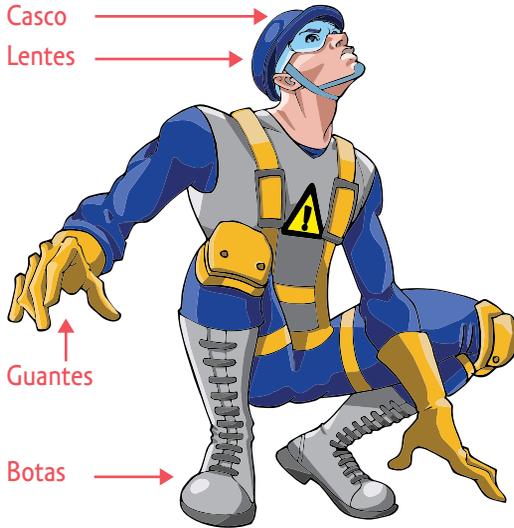
## 83 CONCRETO Y PREMEZCLADO

- 84 Concreto premezclado vs  
concreto hecho en obra.
- 86 Ventajas del concreto  
premezclado



## Equipos de Protección Personal

Son de uso obligatorio para todas las personas que trabajan en construcción y están diseñados para protegerlos de lesiones que puedan ocurrir durante la jornada de trabajo. El equipo básico que se debe tener es: casco, botas, lentes y guantes.



**Casco:** Es de plástico y tiene como función proteger la cabeza, el rostro y el cuello de objetos que puedan caer. No debe perforarse, ya que se puede debilitar el material del que está hecho.

**Botas de seguridad:** Deben ser de cuero con punta de acero. De esta forma, se protege los pies de lesiones que pueden ocurrir por pisar clavos y de la caída de objetos. Asimismo, las suelas antideslizantes evitan resbalones.

**Lentes de seguridad:** Evitan que ingresen partículas o polvo, producto del trabajo con herramientas.

**Guantes:** Protegen las manos de astillas, cortes o de la manipulación de materiales que puedan dañar la piel, como cemento, cal, ladrillos de concreto, etc.

## Considerar los siguientes puntos al levantar cargas

- No levantar cargas manteniendo la espalda curva o inclinada hacia adelante, ello origina problemas en la columna vertebral. Por esta razón, es importante mantener en todo momento la espalda recta.
- Si se desea cargar al hombro, primero levantar la carga hasta la cintura, luego impulsarla mediante brazos y piernas, manteniendo los pies apoyados en el piso.

Mala posición  
Espalda curvada



Buena posición  
Espalda recta



## Equipos indispensables para una construcción

Los equipos mínimos indispensables para la construcción de una casa son los siguientes:

### La mezcladora

Su función es realizar la mezcla de todos los componentes del concreto como lo son: Cemento, arena, piedra y agua. El uso de una mezcladora permite que la mezcla quede uniforme y homogénea. Esto significa que los componentes del concreto tienen las mismas proporciones dentro de la mezcla, lo que junto a otros factores bien controlados, garantiza su resistencia.

Hay 2 tipos de mezcladora: la de tolva, que permite alimentar la piedra y la arena con buggies y la de trompo en la que los componentes ingresan a la mezcladora levantándolos a la altura de la boca de entrada. Las mezcladoras vienen en diferentes tamaños, siendo las más comunes las de 7, 9, 12 y 14 pies cúbicos de capacidad.

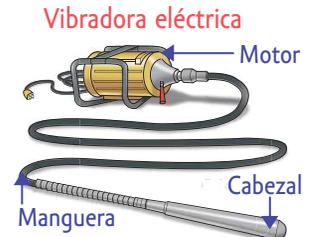
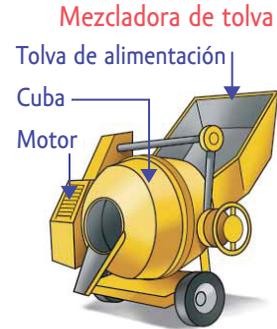
### Consideraciones:

- Si se usan proporciones típicas con una mezcladora de 7 o 9 pies cúbicos, se puede producir una tanda limitada de 1 bolsa de cemento, con una de 14 pies la capacidad de producción se puede ajustar a 2 bolsas.
- Antes de iniciar el funcionamiento de la mezcladora, es importante verificar que esté perfectamente nivelada. Esto evitará forzar el eje y que el equipo se dañe en el largo plazo.
- Apenas terminada la tarea de vaciado, debe limpiarse la cuba de la mezcladora con abundante agua. Esto evitará que se adhieran restos de concreto, lo que le quita espacio a la cuba y la hace más pesada para su operación.

### La vibradora

Elimina las burbujas de aire en la mezcla al momento de su colocación, reduciendo la cantidad de vacíos, logrando de esa forma una mejor calidad de concreto debido a:

- Densifica la masa de concreto por lo que mejora su resistencia a la compresión.
- El concreto tiene menos vacíos, evitando de esta forma el ingreso de sustancias que puedan corroer el acero de refuerzo.
- Incrementa la adherencia del concreto con el acero de refuerzo y mejora su resistencia.
- Mejora la estética de la superficie en los concretos caravistas.



# 1 CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE DE VIVIENDA.



# CAPÍTULO 1

## Qué es un sismo (terremoto)

Es un movimiento ondulatorio del suelo, producido por una inesperada liberación de energía acumulada en el interior de la tierra, producto de los movimientos de las placas tectónicas, por fallas geológicas o por actividad volcánica.



## El peligro sísmico

Existe cuando hay un alto grado de probabilidad de que se presenten sismos en algún lugar y en un tiempo determinado. Este peligro sísmico no es el mismo en todos los lugares, existen zonas más expuestas que otras.

El territorio peruano se considera dividido en 3 zonas, de acuerdo a la sismicidad observada y la potencialidad sísmica de dichas zonas.



**Zona 1:** SISMICIDAD BAJA.

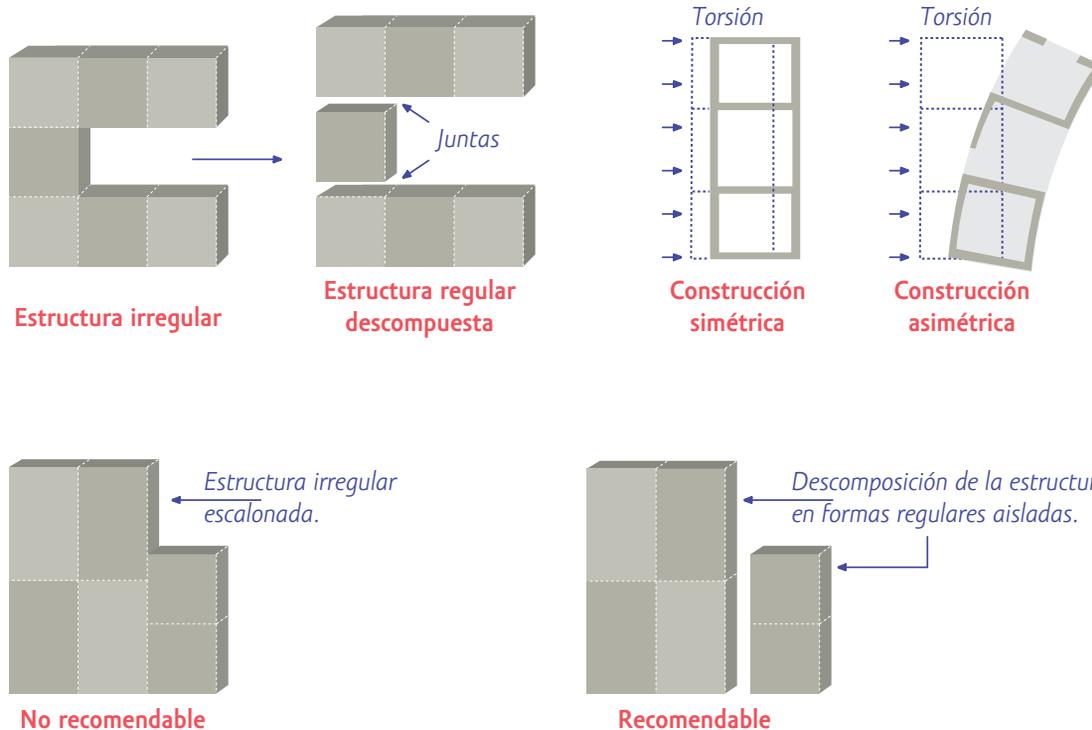
**Zona 2:** SISMICIDAD MODERADA.

**Zona 3:** SISMICIDAD ALTA.

## Concepción estructural sismo resistente

Debe considerarse que el comportamiento sísmico en las edificaciones es mejor cuando se toman en cuenta las siguientes condiciones:

- A Simetría, tanto en la distribución de masas como en las rigideces.



- B Peso mínimo, especialmente en los pisos altos. Mientras más liviana sea la estructura, será menor el empuje que tendrá que resistir.
- C Selección y uso adecuado de los materiales de construcción, los cuales deben ser de buena calidad.
- D Continuidad en la estructuración, tanto en planta como en elevación.



- E** Ductilidad como requisito indispensable para un comportamiento satisfactorio.
- F** Deformación limitada ya que en caso contrario los daños en elementos no estructurales podrán ser desproporcionados.
- G** Adecuar la estructuración, construcción en las condiciones locales en base a la información sobre las características del suelo.
- H** Una buena práctica constructiva y una inspección rigurosa que colaboran notablemente en asegurar el buen comportamiento de una edificación en caso de sismo.

## Distribuir muros en las dos direcciones

Los muros además de cargar las losas de los pisos y techos, tienen que resistir el empuje horizontal ocasionado por los sismos. Este empuje lateral puede ocurrir en cualquiera de las direcciones de la vivienda. Los problemas comienzan cuando una vivienda no hay muros en una dirección o cuando los que existen son de poca longitud.

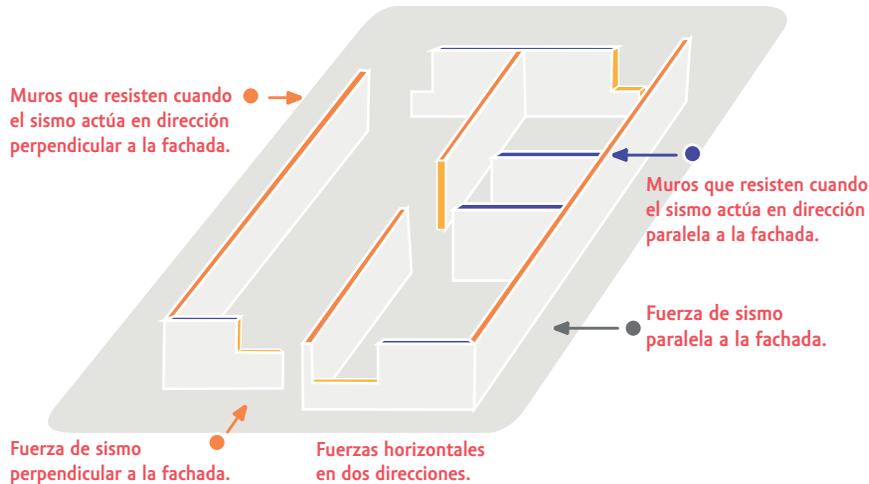
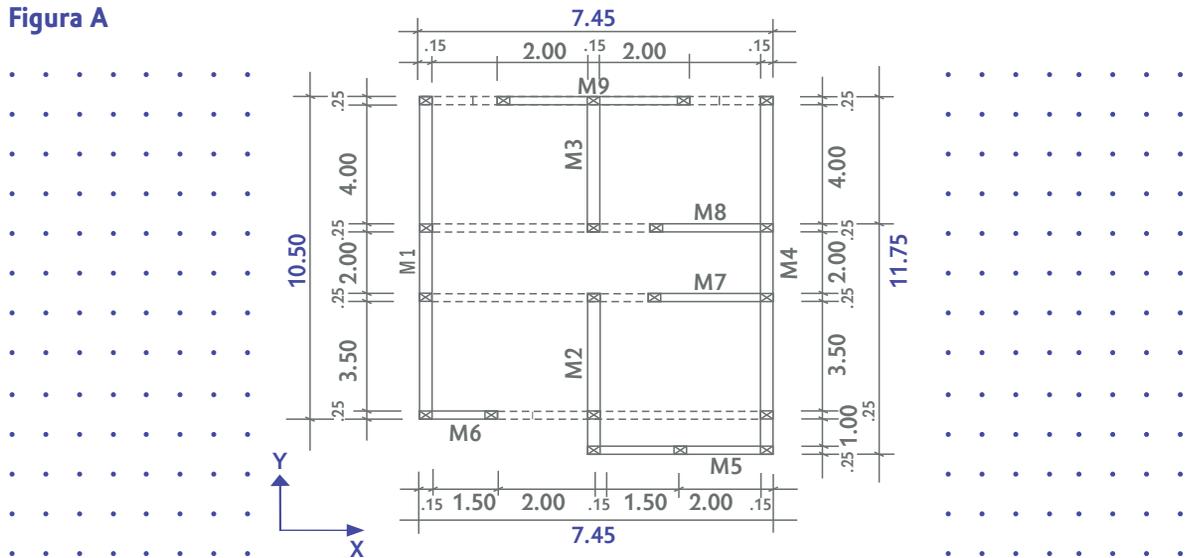


Figura A



## Como pre – dimensionar los muros

Tomaremos como ejemplo el croquis de la vivienda en la FIGURA A, considerando que tiene dos pisos.

### 1 Calcular el área tachada de cada piso (m<sup>2</sup>)

$$\text{Área del techo del 1er. Piso} = (7.45 \times 10.50) + (3.80 \times 1.25) = 82.975$$

$$\text{Área del techo del 2do. Piso} = (7.45 \times 10.50) + (3.80 \times 1.25) = 82.975$$

**Área total**

**165.95 m<sup>2</sup>**

### 2 Calcular el área mínima de muros del primer piso para cada dirección.

Consideramos que se utilice unidades de albañilería de regular calidad, por lo tanto, tomamos 120 cm<sup>2</sup> de muro por cada m<sup>2</sup> de techo.

$$\text{Área mínima de muros del 1er. Piso} = \frac{120}{\text{m}^2} \times (165.95 \text{ m}^2) = 19,914 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área mínima de muros del 1er. Piso} = \frac{120}{\text{m}^2} \times (82.975 \text{ m}^2) = 9,957 \text{ cm}^2$$

### 3 Calculamos el área de los muros en cm<sup>2</sup>

Consideramos en muro de soga un ancho efectivo de 13 cm.

#### **Dirección Y**

$$\text{Muro M1 } 1,050 \times 13 = 13,650 \text{ cm}^2$$

$$\text{Muro M2 } 525 \times 13 = 6,825 \text{ cm}^2$$

$$\text{Muro M3 } 450 \times 13 = 5,850 \text{ cm}^2$$

$$\text{Muro M4 } 1,175 \times 13 = 12,275 \text{ cm}^2$$

$$\text{Total} = 41,600 \text{ cm}^2$$

#### **Dirección X**

$$\text{Muro M5 } 215 \times 13 = 2,795 \text{ cm}^2$$

$$\text{Muro M6 } 165 \times 13 = 2,145 \text{ cm}^2$$

$$\text{Muro M7 } 265 \times 13 = 3,445 \text{ cm}^2$$

$$\text{Muro M8 } 265 \times 13 = 3,445 \text{ cm}^2$$

$$\text{Muro M9 } 415 \times 13 = 5,395 \text{ cm}^2$$

$$\text{Total} = 17,225 \text{ cm}^2$$

**En la dirección Y**  $41,600 \text{ cm}^2 > 19,914 \text{ cm}^2$  OK

**En la dirección X**  $17,225 \text{ cm}^2 > 19,914 \text{ cm}^2$  NO CUMPLE

Por lo tanto, debe aumentarse el área de muro.  
Con muro de 24cm de ancho.

### Dirección X

Muro M5 215 X 13 = 2,795  $\text{cm}^2$

Muro M6 165 X 13 = 2,145  $\text{cm}^2$

Muro M7 265 X 13 = 3,445  $\text{cm}^2$

Muro M8 265 X 13 = 3,445  $\text{cm}^2$

Muro M9 415 X 13 = 5,395  $\text{cm}^2$

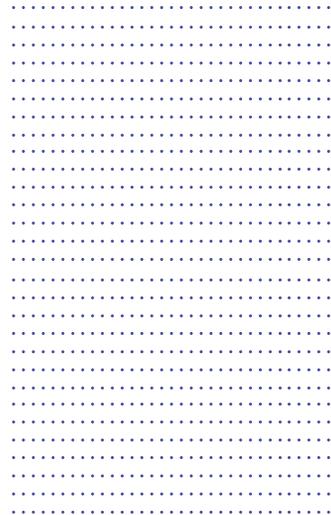
**Total** = **31,800  $\text{cm}^2$**

**En la dirección X**  $31,800 \text{ cm}^2 > 19,914 \text{ cm}^2$  OK

Igualmente cumple para el segundo piso, ya que los resultados son mayores que 9,957  $\text{cm}^2$

En estos cálculos no deben incluirse totalmente confinados (rodeados) por columnas y vigas de concreto armado. Tal como se muestra en la figura A.

Este ejemplo nos demuestra que para soportar la fuerza, se necesitan muros de mayor espesor, cuando estos no son muy largos. Si hay más longitud de muro, es posible reducir su espesor, pero si no hay mucha longitud, estos deben ser más gruesos, para lograr finalmente un área de muros que pueda resistir la fuerza de corte originado por el sismo.



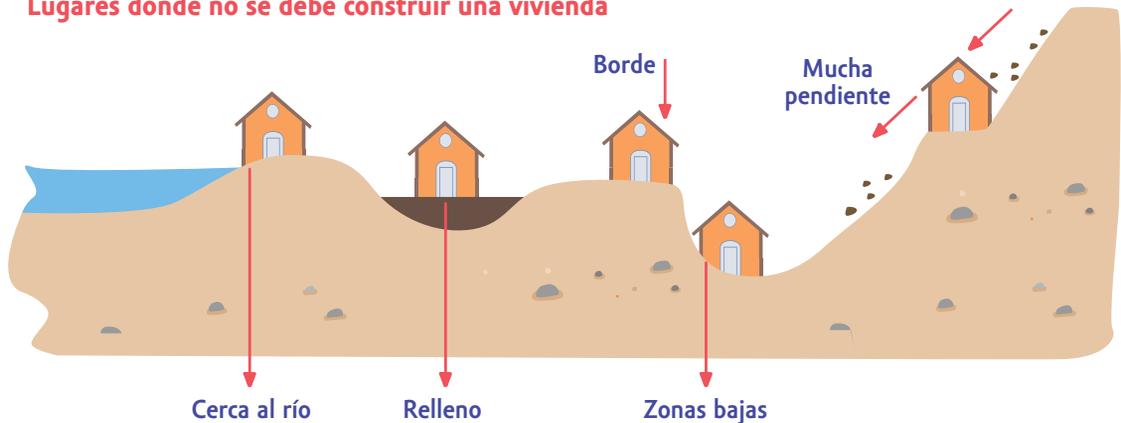
## Consideraciones sobre la ubicación de la vivienda

- Antes de comenzar la construcción de la vivienda, es prudente analizar dónde vamos a ubicarla.
- Nunca debemos edificar una casa sobre material de relleno, ya que en el futuro, éste se asentará y producirá graves rajaduras e incluso el colapso de la vivienda.
- Debemos evitar construir en laderas muy empinadas. Si se hiciera, se debe conformar plataformas horizontales y escalonadas, de tal manera que los muros de la vivienda tengan todos la misma altura.

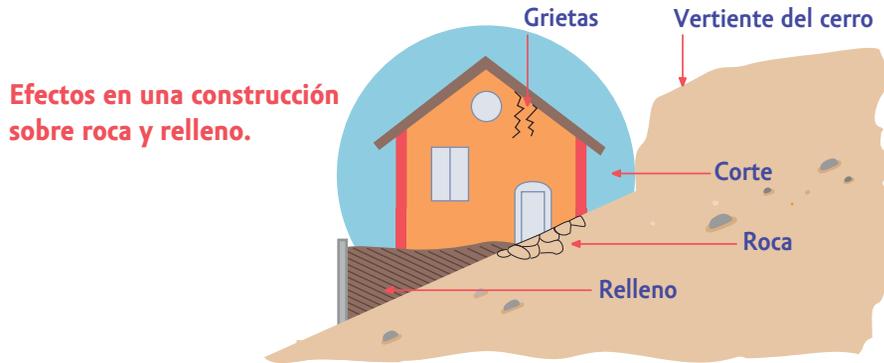


- No debemos construir en zonas de antiguos lechos de río, por el riesgo a inundaciones y huacos.
- Debemos trazar y replantear los linderos del terreno, respetando en todo momento los límites con los lotes vecinos, con las vías públicas y con las veredas.
- El lugar adecuado para construir una vivienda es sobre suelos firmes y resistentes, como las rocas o gravas, ya que permitirán un buen comportamiento de la cimentación.

### Lugares donde no se debe construir una vivienda



- Si el suelo estuviese formado por rellenos o basura, se deberán remover estos materiales y excavar hasta que se encuentre un terreno firme.
- Cuando se construye una vivienda sobre una ladera, no es bueno cimentar una parte sobre la roca y otra sobre el relleno, ya que la cimentación a lo largo del tiempo presentará comportamientos diferentes. Esto ocasionará que se produzcan grietas en la vivienda.



- Esta situación será más grave si ocurre un sismo. Siempre se debe excavar las zanjas de cimentación hasta llegar al suelo natural y firme.
- Nunca se debe utilizar la vertiente del cerro para construir la pared posterior o parte de ella; una pared de este tipo podría ceder, caer y demoler su vivienda en cualquier momento. Lo recomendable es independizar las estructuras dejando un espacio inter-medio de un metro de ancho como mínimo.

### Emplazamiento ideal



- También es importante considerar que esta parte debe estar limitada con un muro de contención lo suficientemente resistente para soportar las presiones que ejerce el suelo. De igual manera, se escalonará el cerro para evitar deslizamientos.

# 2 TERRENOS Y SUELOS



## CAPÍTULO 2

### Terrenos y suelos

Toda estructura está en contacto con el suelo. Por lo que es necesario conocer sus características y resistencia.

#### Tipos de suelo

**Grava:** Piedras redondeadas o cantos rodados gastados por el agua o pedazos compactos de roca. Sin cohesión ni plasticidad. Granular y cascajosa. Crujiente bajo el pie. Muy estable y adecuada para rellenos.

**Arena:** Granos sueltos, comprendidos entre 0.05 y 2 mm. de tamaño. Se ve y siente claramente los granos individuales. Sin plasticidad ni cohesión. Cuando está seca no es posible moldearla con las manos. Cuando se moldea húmeda se desmorona al tocarla. Los granos gruesos son redondos, los finos son visibles y angulares. La arena gruesa es estable. Las mezclas de grava y arena bien graduadas (con variedad de tamaños) son sumamente estables.

**Arcilla:** Partículas invisibles con menos de 0.005 mm. de tamaño. Cohesivo. De alta plasticidad cuando es mojada. Cuando es apretada entre los dedos forma una cinta larga, delgada y flexible. Cuando es mordida no se siente arenoso. Forma masas o terrones duros cuando está seca, difícil o imposible de romperlos con las manos. Impermeable, sin movimientos de agua aparente a través de los vacíos. Permanece suspendida en agua de 3 horas a tiempo indefinido. La Arcilla es crecientemente cohesiva al reducirse la humedad. Su estabilidad depende de la forma de sus partículas y de su composición química. Deben estudiarse detalladamente.

**Limo:** Granos escasamente visibles, comprendidos entre 0.005 y 0.05 mm. de tamaño. Sin o con muy escasa plasticidad. Puede tener cohesión. Un moldeo con las manos en seco es fácilmente aplastado. El movimiento del agua a través de los vacíos ocurre fácilmente y es visible. Cuando es mezclado con agua los granos se asientan en un lapso de 30 minutos a hora. Se siente arenoso con los dientes. No forma cintas al moldearlo. Debe de ponerse cuidado en distinguir arena fina de limo y limo fino de arcilla. El limo es inherentemente inestable, particularmente con humedad. La arena fina comienza a parecerse al limo: se vuelve inestable con humedad creciente.



**Turba:** Material orgánico descompuesto con considerable suelo mineral. Usualmente de color negro con presencia de fibras. Tiene mal olor. Se encuentra como depósito en pantanos y ciénegas. Fácilmente identificable. Puede contener algo de arena o limo.

**Musgo:** Material parcial de descomposición de plantas. Mayormente orgánico. Muy fibroso. Con rastros visibles de vegetales.



## Resistencias Por Tipo De Suelo – Valores Referenciales

TIPO DE SUELO	Kg/cm <sup>2</sup>
Roca, dura y sana (granito, basalto)	40
Roca, medio dura y sana (pizarras y esquistos)	20
Roca, blanda o fisurada	7
Conglomerado compacto bien graduado	4
Gravas. Mezcla de arena y grava	2 (*)
Arena gruesa. Mezcla de grava y arena	2 (*)
Arena fina a media. Arena media a gruesa, mezclada con limo o arcilla	1.5 (*)
Arena fina. Arena Media a fina mezclada con limo ó arcilla	1.0 (*)
Arcilla inorgánica, firme	1.5
Arcilla inorgánica, blanda	0.5
Limo inorgánico con o sin arena	0.25

(\*) Se debe reducir en 50% en el caso de estar bajo el nivel freático.

## **Estudio de Mecánica de Suelos - Reglamento Nacional de Edificaciones**

Es obligatorio el Estudios de Mecánica de Suelos, en los siguientes casos:

- A** Edificaciones en general, que alojen gran cantidad de personas, equipos costosos o peligrosos, tales como: colegios, universidades, hospitales y clínicas, estadios, cárceles, auditorios, templos, salas de espectáculos, museos, centrales telefónicas, estaciones de radio y televisión, estaciones de bomberos, archivos y registros públicos, centrales de generación de electricidad, sub-estaciones eléctricas, silos, tanques de agua y reservorios.
- B** Cualquier edificación no mencionada en **A** de uno a tres pisos, que ocupen individual o conjuntamente más de 500 m<sup>2</sup> de área techada en planta.
- C** Cualquier edificación no mencionada en **A** de cuatro o mas pisos de altura, cualquiera que sea su área.
- D** Edificaciones industriales, fabricas, talleres o similares.
- E** Edificaciones especiales cuya falla, además del propio colapso, represente peligros adicionales importantes, tales como: reactores atómicos, grandes hornos, depósitos de materiales inflamables, corrosivos o combustibles, paneles de publicidad de grandes dimensiones y otros de similar riesgo.
- F** Cualquier edificación que requiera el uso de pilotes, pilares o plateas de fundación.
- G** Cualquier edificación adyacente a taludes o suelos que puedan poner en peligro su estabilidad.



## Preparación del Terreno:

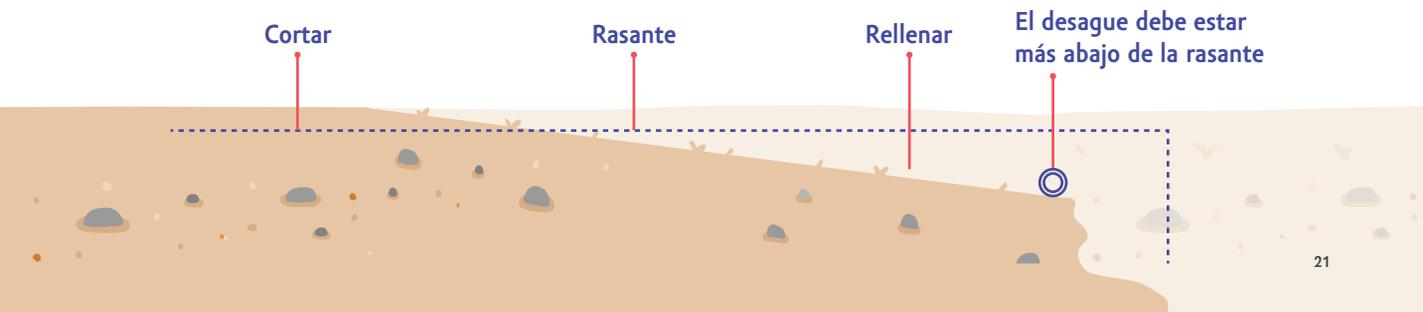
### Nivelación

- Utilizar manguera transparente de  $\frac{1}{2}$ " lleno de agua, no debe tener burbujas.
- Colocar estacas de 1.50 m en los lados y esquinas del terreno.
- En una de las estacas se mide y marca la altura de 1 m. desde el terreno.
- Se extiende la manguera desde la estaca marcada hacia la estaca más cercana, haciendo coincidir en un extremo, el nivel del agua con la marca de un metro de la estaca. En el otro extremo que se encuentra junto a la estaca más cercana, se marca el nivel del agua cuando ésta se haya estabilizado.
- Se procede a medir la distancia entre el terreno y esta nueva marca y se conocerá el desnivel por la diferencia con el metro marcado en la primera estaca.



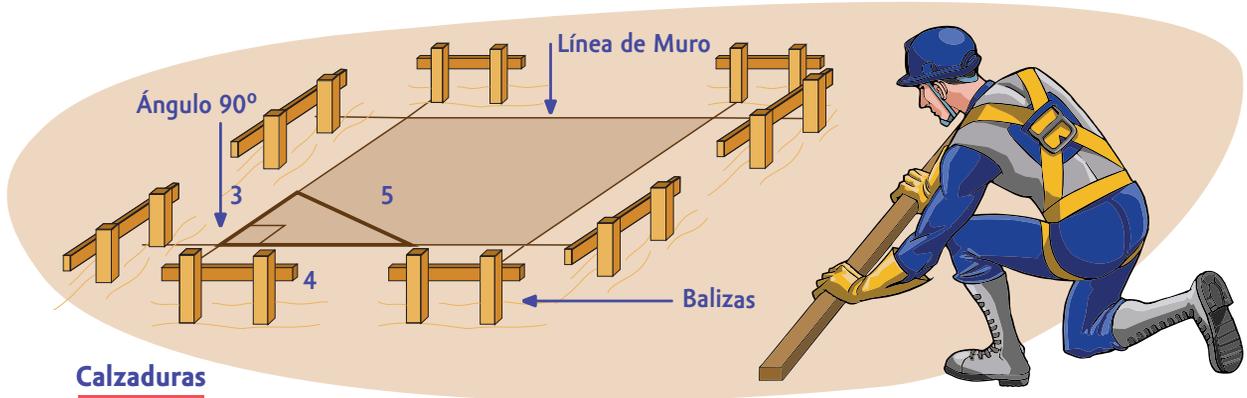
### Corte y relleno

- Conociendo los desniveles del terreno, se procede con los movimientos de tierra, realizando los cortes y rellenos respectivos del terreno, cuidando que el nivel final del terreno, se encuentre encima de los niveles de desagüe, pistas y otros.
- Determinando la rasante, se debe calcular la manera de compensar el volumen a rellenar con el volumen a cortar, para así evitar eliminar material sobrante o traer más material.
- Para evitar que el relleno se hunda y pueda ocasionar rajaduras a las estructuras, este debe compactarse utilizando un pisón o maquina compactadora y agua, realizando esta operación por capas de 10 cm.



## Trazos

- Se marcan las esquinas y linderos colocando estacas y determinando los ángulos rectos.
- Después de determinar los ángulos se colocan las balizas en ambos lados del terreno a trazar, extendiendo luego dos cordeles paralelos que van amarrados a las balizas, dando la alineación de los ejes de muros y columnas.
- Utilizando una plomada se baja el alineamiento de los cordeles al terreno, marcando en más de dos puntos, para luego mediante cordel espolvoreado con tiza, uniendo los puntos marcados, se deja marcado el terreno.



## Calzaduras

- A** El límite de la altura de la calzada "H" sin puntales, depende del tipo del terreno y la edificación a calzar, el esquema a continuación es indicativo y debe adaptarse a cada situación específica.
- B** Cuando no hay agua en el subsuelo, los valores máximos de "H", para el sistema de calzada esquematizado son:

**a. Conglomerado: 8 m.**

**b. Arcilla: 3 m.**

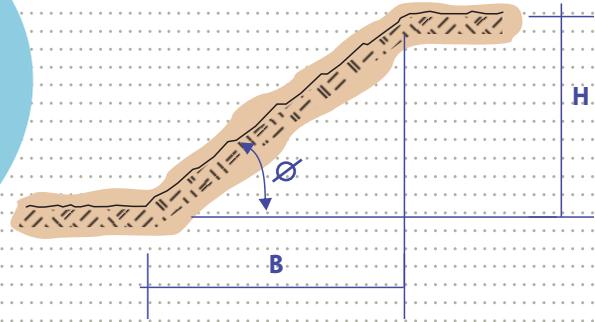
**c. Arena: 2 m.**

Para valores mayores de "H", deberá efectuarse el diseño específico de la calzada.

- C** Cuando hay agua en el subsuelo el método de la calzada debe acompañarse con tablestacados o sistemas de apuntalamiento provisionales externos.
- D** El concreto de la calzada debe tener poco cemento (aprox. 4 a 5 bolsas por m<sup>3</sup>) y la menor cantidad de agua posible compatible con una trabajabilidad adecuada.
- E** El concreto de la calzada se acortará aproximadamente 1/3 mm por metro de altura en un plazo aproximado de 7 días, causando asentamientos en la construcción existente. Consecuentemente para "H" mayor de 2 metros, es indispensable construir la calzada por franjas horizontales, acuñando con mezcla muy seca cada nivel de llenado.



## Ángulos de reposo de taludes

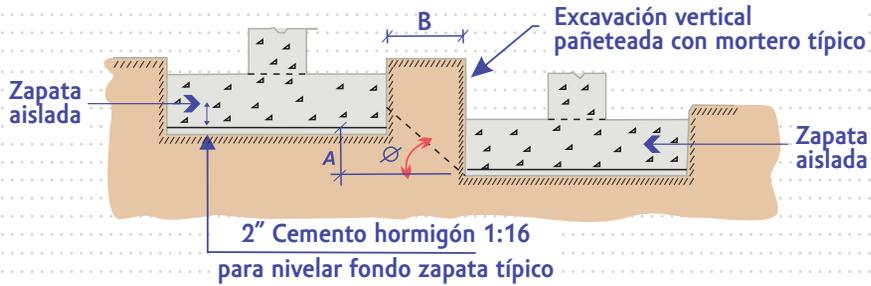


TIPO DE SUELO	H/B	tg $\phi$	$\phi$
Arena limpia	1 : 1.5	0.67	34°
Arena arcillosa o limosa	1 : 1.33	0.75	37°
Arcilla seca	1 : 1.75	0.57	30°
Arcilla Húmeda	1 : 3	0.33	18°
Grava limpia	1 : 33	0.75	37°
Grava y arcilla	1 : 33	0.75	37°
Grava, arcilla y arena	1 : 1.5	0.67	34°
Roca blanda descompuesta	1 : 1	1.00	45°
Roca dura descompuesta	1 : 1	1.00	45°

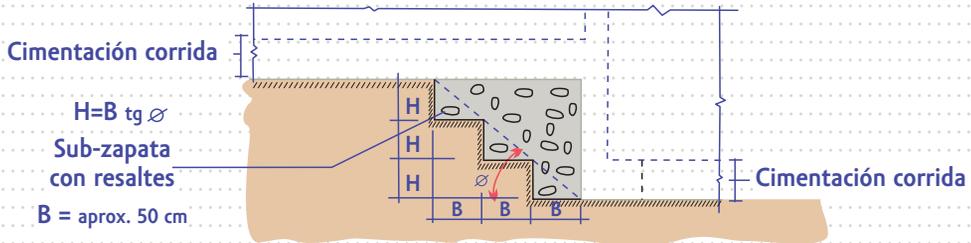
## Subzapatas

- 1 Ver ángulo de reposo " $\phi$ " del terreno, en valores referenciales.
- 2 Calcular  $H = B \text{ tg } \phi$
- 3 Comparar H con A

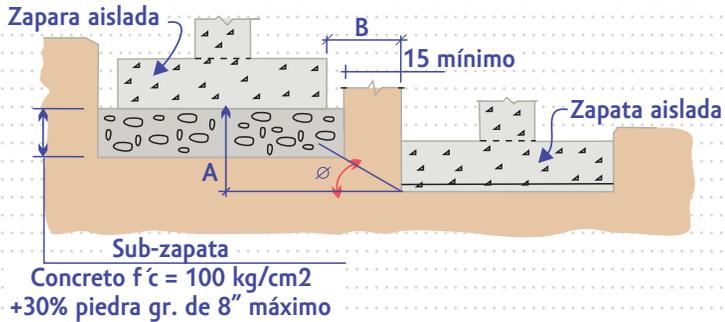
## SI $H > A$ no es necesario subzapata



## Cambio nivel cimentación



## SI $H < A$ hacer sub - zapata



3 CONCRETO



## CAPÍTULO 3

### CONCRETO

---

El concreto es el material más usado en el mundo después del agua, y es el material básico de toda construcción. Esta compuesto por la mezcla de cemento, agregados, agua y algunas veces aditivos con el fin de modificar o mejorar sus propiedades.



### Ingredientes del Concreto

---

#### 1 Cemento

Por su buena performance en el concreto, permitiendo que este logre una alta resistencia y durabilidad, debe utilizarse el Cemento Portland Pozzolánico IP, ya que su formulación permite otorgarle al concreto propiedades como: IMPERMEABILIDAD, ALTA RESISTENCIA A LOS SULFATOS, BAJO CALOR DE HIDRATACIÓN, MAYOR RESISTENCIA.

Recordemos que todas las patologías (enfermedades) que sufre el concreto y que afectan igualmente la armadura de acero, se deben al ingreso de humedad o agua en el concreto endurecido.

El cemento portland puzolánico IP, otorga al concreto mayor impermeabilidad, con lo que se logra un concreto resistente al ingreso de los diferentes agentes externos (sulfatos, salitres, cloruros, etc.)

#### Almacenamiento

El cemento debe mantenerse seco. Debe tenerse cuidado con el agua del suelo, por lo que es preferible colocarlo sobre un tabladillo de madera para separar las bolsas del suelo. Debe evitarse el contacto con la humedad del ambiente (brisa marina, garúa) impregnen las bolsas. Para evitarlo las bolsas deberán almacenarse juntas dejando la menor cantidad de vacíos entre ellas y cubriéndolas con plásticos. En climas lluviosos el cemento deberá almacenarse en recintos cerrados libres de humedad.

#### Ventajas de los cementos puzolánicos

##### Mayor resistencia

El concreto producido con cemento IP, obtiene mayor resistencia con el tiempo. El concreto puzolánico sigue incrementando su resistencia a la compresión, por la reacción de la puzolana activa que posee con el hidróxido de calcio resultante de la fragua del cemento en el concreto. Este incremento de resistencia prosigue hasta después de seis o más años.



## Menos calor de hidratación

En la fragua del concreto puzolánico, el calor de hidratación se reduce; esto ocurre por dos razones:

- 1 Porque hay menos Clinker en la mezcla y como consecuencia, la reacción exotérmica de la fragua es proporcionalmente menor.
- 2 La presencia de puzolana en la mezcla hace más lenta la reacción de fragua del cemento, disminuyendo la temperatura durante la fragua. El calor de hidratación es un problema muy complejo; no solamente es el causante de la fisuración plástica, que tantos problemas trae, sino también complica todo llenado masivo de concreto. El uso de cemento portland puzolánico, resuelve la mayoría de los casos de llenados de gran volumen.

## Mayor resistencia al ataque de sulfatos

- 1 El mecanismo de ataque de los sulfatos al concreto es desencadenado por la presencia de agua que contienen sulfatos en solución, ya que los sulfatos en su estado sólido no atacan al concreto.
- 2 Una vez que el concreto se encuentra en contacto con la solución de sulfato en agua, el sulfato reacciona con el hidróxido de calcio y con el aluminato de calcio hidratado, ambos compuestos presentes en el concreto. Los productos de esta reacción, son compuestos que tienen considerablemente mayor volumen que el de los componentes a los que reemplazan, por lo que esta reacción lleva a una expansión dentro de la masa del concreto, que causa alteración y daños a la estructura.
- 3 La resistencia al ataque de sulfatos mejora si se agrega puzolana al cemento, ya que como vimos en las notas anteriores, estas eliminan por su reacción química, el hidróxido de calcio presente en el concreto y hacen inactivas a las fases con aluminio.

Barra de concreto normal



Barra de concreto atacada por sulfatos



## Mayor impermeabilidad

- 1 El concreto puzolánico tiene mayor impermeabilidad con el tiempo. Al producirse la reacción química de la puzolana, la impermeabilidad aumenta a medida que el concreto se densifica con la cristalización que ocurre, por dicha reacción.
- 2 Recordemos que todas las patologías (enfermedades) que sufre el concreto y que afectan igualmente la armadura de acero, se deben al ingreso de humedad o agua en el concreto endurecido. El cemento portland puzolánico IP, otorga al concreto mayor impermeabilidad, con lo que se logra un concreto resistente al ingreso de los diferentes agentes externos (sulfatos, salitres, cloruros, etc.)

## Almacenaje del cemento

Recomendaciones:

- El cemento debe mantenerse seco.
- Evitar el contacto con la humedad del ambiente, por lo tanto, al almacenar las bolsas de cemento deben colocarse lo más juntas posible, evitando dejar vacíos entre ellas, luego cubrirlas con plásticos.
- Debe colocarse sobre una tarima de madera para evitar el contacto de las bolsas con la humedad del suelo.
- En zonas lluviosas, debe almacenarse en lugares cerrados, siguiendo las recomendaciones antes señaladas.

## 2 Agregado Grueso o Piedra

El agregado grueso será grava o piedra, ya sea en su estado natural, chancada o triturada, de grano compacto y de calidad dura. Debe ser limpio, estar libre de polvo, de materia orgánica u otras sustancias perjudiciales.

El almacenaje de cada tamaño de agregado grueso se efectuará por separado, para evitar la segregación y la mezcla con otros tamaños de agregados y la contaminación con otros materiales.

El tamaño máximo del agregado grueso no será mayor de:

- $1/5$  de la dimensión más angosta entre costados del encofrado
- $1/3$  del espesor de la losa.
- $3/4$  de la distancia libre entre barras o paquetes de barras o cables pretensores.

## 3 Agregado Fino o Arena

El agregado fino será arena natural, limpia que tenga granos, resistentes fuertes y duros, libre de polvo y de materias orgánicas u otras sustancias dañinas.

El almacenaje del agregado debe realizarse de tal manera que se evite su segregación y contaminación con otros materiales o con otros tamaños de agregados.

## 4 Agua

El agua empleada para la preparación del concreto deberá ser potable.

Las impurezas en el agua pueden interferir con la fragua inicial del cemento, afectar la resistencia del concreto, provocar manchas en su superficie y originar la corrosión de la armadura.



## 5 Aditivos

Los aditivos de concreto son productos capaces de disolverse en agua, que se adicionan durante el mezclado en porcentaje no mayores a 5% de la masa de cemento, con el propósito de producir una modificación en el comportamiento del concreto en su estado fresco y/o en condiciones de trabajo.

Esta definición excluye, por ejemplo, a las fibras metálicas, sintéticas y otros. En la actualidad los aditivos permiten la producción de concretos con características diferentes a los tradicionales, han dado un creciente impulso a la construcción y se consideran como un nuevo ingrediente conjuntamente con el cemento, el agua y los agregados.

## 6 Diseño de mezclas

El valor  $f'_c$  corresponde a la resistencia a la rotura por compresión a los 28 días, de un cilindro estándar de 6" de diámetro y 12" de altura, elaborado y curado en condiciones óptimas y cargado a un determinado ritmo en la máquina de prueba.

En los planos y/o especificaciones se indica el valor de la resistencia del concreto  $f'_c$ . Este valor se define como un valor probabilístico en el que no más de una en cada diez pruebas, tenga un valor más bajo que el especificado.

El concreto real ( $f'_c R$ ) de la Estructura tiene una relación razonable con  $f'_c$  siempre y cuando su transporte, colocación y compactación se efectúen adecuadamente. Cuando estos procesos son óptimos se logra usar el potencial total del concreto.

Al determinar el valor promedio de  $f'_c R$  a obtenerse en una obra determinada, debe aumentarse el valor  $f'_c$  de los planos. De lo contrario, por simple ley de probabilidades, la mitad de los resultados darán menos que  $f'_c$  y la otra mitad más de  $f'_c$ .

El incremento necesario sobre  $f'_c$  dependerá de la calidad de construcción. Esta a su vez depende de:

- Mano de obra.
- Equipo.
- Materiales.
- Control de la mezcla.



Los factores K para el incremento de  $f'c$  de modo tal que  $f'cR = K f'c$  se pueden establecer conservadoramente de la tabla siguiente:

**Tabla 1**

Condiciones de obra	K
Materiales de calidad muy controlada, dosificación por pesado, supervisión especializada constante.	1.20
Materiales de calidad controlada, dosificación por volumen, supervisión especializada esporádica.	1.25
Materiales de calidad controlada, dosificación por volumen, sin supervisión especializada.	1.35
Materiales variables, dosificación por volumen sin supervisión especializada.	1.50

*Si el Slump no está indicado en las especificaciones, se definirán los valores de slump para cada clase de concreto en base al equipamiento de compactación con que cuenta la obra y al tipo de llenado a efectuarse.*

**Tabla 2**

Tipo de construcción	Revenimiento (SLUMP) en centímetros			
	Compactación con vibrador		Compactación manual	
Concreto Masivo	5	(2")	8	(3")
Muros gruesos, zapatas, cimientos, corridos, vigas de cimentación.	5 a 8	(3")	8 a 10	(4")
Losas, sobre suelo y encofradas.	6 a 8	(3")	8 a 10	(4")
Vigas, muros con ancho $t > 30$ cm.	8 a 10	(4")	10 a 13	(5")
Columnas.	8 a 10	(4")	10 a 13	(5")
Secciones delegadas o secciones congestionadas de armadura (acero).	10 a 13	(5")	N.A.	

*A manera de referencia, como punto de partida, se puede emplear la siguiente relación de proporciones agua/cemento (a/c). Ellas incluyen un margen de seguridad adecuado y deberán irse afinando en el proceso constructivo.*

**Tabla 3**

Resistencia $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Relación a/c
175	0.65
210	0.60
245	0.55
280	0.49
315	0.42
350	0.34

## Secuencia del Diseño de Mezclas

El método que se presenta es un método simplificado y conservador que no tiene en cuenta todas las variables que intervienen en el diseño de mezclas para concreto.

### Datos Requeridos

- $f'c$  : Resistencia del concreto a los 28 días en Kg/cm<sup>2</sup>, especificada en los planos.
- Slump : Medida de la trabajabilidad del concreto, si no está especificado, utilizar tabla 2.
- Tamaño máximo del agregado grueso.
- Porcentaje de la arena que pasa malla N° 16 (ASTM).

### Procedimiento

- 1 Para definir la relación Agua/Cemento, magnificamos el  $f'c$  especificado por un valor "K", determinado de la tabla 1. Con el nuevo valor de  $f'c$  obtener la relación Agua/cemento indicada en la tabla 3 : **Dato 1**
- 2 Con el Slump y el tamaño máximo de agregado determinar el contenido de agua libre del cuadro siguiente: **Dato 2**

### Demanda de agua (L/M<sup>3</sup>)

**Tabla 4**

Tamaño máximo de agregados	SLUMP			
	2" (15 a 50mm)	3" (50 a 80mm)	4"-5" (80 a 130mm)	6" (130 a 180mm)
1/4" (13 mm)	203	215	240	260
3/4" (19 mm)	195	205	220	227
1" (25 mm)	190	200	205	212
1 1/2" (38 mm)	175	185	200	207

- 3 Obtener el contenido de cemento en kg/m<sup>3</sup>: Dato 2 / Dato 1 = **Dato 3**
- 4 Obtener el contenido de agregados en kg/m<sup>3</sup>: 2400 - Dato 2 - Dato 3 = **Dato 4**
- 5 Obtener el tipo de arena del cuadro siguiente:



## Ejemplo

### Datos:

- $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Slump (Compactación con vibrador) = 3"
- Tamaño máximo de agregado grueso = 3/4"
- Porcentaje de agregado fino (arena) que pasa malla N°16 : 50
- Definir factor de incremento de  $f'c$  según tabla 1,  $k = 1.25$  entonces  $f'c = 1.25 \times 2.10 = 262.5 \text{ kg/cm}^2$

**Dato 1** = Agua / Cemento de la tabla 3, por interpolación adoptamos  $a/c = 0.52$

$$\left\{ \text{Interpolación de la tabla 3: } a/c R = a/c \text{ anterior} + (f'c R - f'c \text{ anterior})(a/c \text{ anterior}) / (f'c \text{ posterior} - f'c \text{ anterior}) \right\}$$
$$a/c R = 0.55 + (262.5 - 245)(0.49 - 0.55) / (280 - 245) = 0.52$$

**Dato 2** = Contenido agua libre, de la tabla 4 =  $205 \text{ l/m}^3$

**Dato 3** = Contenido de cemento =  $205 / 0.53 = 394.2 \text{ kg/m}^3$

**Dato 4** = Contenido de agregado =  $2400 - 205 - 394 = 1801 \text{ kg/m}^3$

De la tabla 5: Tipo de arena II

**Dato 5** = Proporción agregado fino, de la tabla 6 = 40%

**Dato 6** = Arena  $40/100 \times 1801 = 720.4 \text{ kg}$ .

**Dato 7** = Arena  $1801 - 720 = 1080 \text{ kg}$ .

## Resumen

Material	En $\text{kg/m}^3$	En otras unidades	
Cemento	(Dato 3) 394.2	(Dividir entre 42.5 para bolsas / $\text{m}^3$ )	9.3 bolsas / $\text{m}^3$
Agua	(Dato 2) 205	(Igual en litros)	205 litros / $\text{m}^3$
Arena	(Dato 6) 720.4	(Dividir entre 1600 para $\text{m}^3 / \text{m}^3$ )	0.45 $\text{m}^3 / \text{m}^3$
Piedra	(Dato 7) 1080.6	(Dividir entre 1700 para $\text{m}^3 / \text{m}^3$ )	0.64 $\text{m}^3 / \text{m}^3$

Nota: La cantidad de cemento encontrada, algo superior a lo normal, se debe al tamaño máximo de agregado y al coeficiente de seguridad incorporado a la tabla de relaciones  $a/c$  con  $f'c$ .

## Influencia del Transporte y Colocación en la Resistencia

El concreto puede ser transportado satisfactoriamente por varios métodos: carretillas, chutes, buggys, elevadores, baldes, fajas y bombas. La decisión de que método emplear depende sobre todo de la cantidad de concreto por transportar, de la distancia y dirección (vertical u horizontal) del transporte y de consideraciones económicas.

Las exigencias básicas de un buen método de transporte son:

No debe ocurrir segregación, es decir separación de los componentes del concreto. La segregación ocurre cuando se permite que parte del concreto se mueva más rápido que el concreto adyacente. Por ejemplo: el traqueteo de las carretillas con ruedas metálicas tiende a producir que el agregado más grande se hunda mientras que la lechada asciende a la superficie; cuando se suelta el concreto desde una altura mayor de 1 metro el efecto es semejante.

No debe ocurrir pérdida de materiales, especialmente de la pasta de cemento. El equipo debe ser estanco y su diseño debe ser tal que asegure la transferencia del concreto sin derrames.

La capacidad de transporte debe estar coordinada con la cantidad de concreto a colocar, debiendo ser suficiente para impedir la ocurrencia de juntas frías. Debe tenerse en cuenta que el concreto debe depositarse en capas horizontales de no más de 60 cm. de espesor; cada capa debe colocarse cuando la inferior está aún plástica permitiendo la penetración del vibrador.



**El bombeo es un método muy eficiente y seguro para transportar concreto. Debe tenerse en cuenta lo siguiente:**

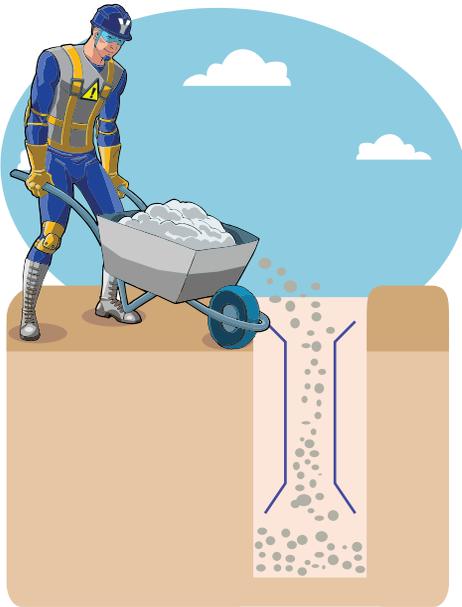
- No se puede bombear concreto con más de 3" de slump: segregará y la tubería se obstruirá.
- No se puede bombear concreto con menos de 7 bolsas de cemento por M3. El cemento es el lubricante y por debajo de esas cantidades es insuficiente: el concreto atascaré la tubería.
- Antes de iniciar el bombeo del concreto debe lubricarse la tubería, bombeando una mezcla muy rica en cemento o, alternativamente, una lechada de cemento y arena con un tapón que impida el flujo descontrolado.
- El bloqueo de la tubería puede ocurrir por: bolsón de aire, concreto muy seco ó muy fluido, concreto mal mezclado, falta de arena en el concreto, concreto dejado demasiado tiempo en la tubería y escape de lechada por las uniones.

## Colocación del Concreto

El concreto segregará y sus componentes se separarán si no es adecuadamente colocado en los encofrados.

### 1 Colocación del concreto en la parte alta de una forma angosta:

**CORRECTO:** Descargar el concreto en una tolva que alimenta a su vez un chute flexible. De esta manera se evita la segregación, el encofrado y el acero permanecen limpios hasta que el concreto los cubra.



**INCORRECTO:** Si se permite que el concreto del chute o del buggy choque contra el encofrado o rebote contra el encofrado y la armadura, ocurrirá segregación del concreto y cangrejeras en la parte inferior.



### 2 Consistencia del concreto en formas profundas y angostas:

**CORRECTO:** Utilizar un concreto cada vez más seco (usando un slump variable) conforme sube el llenado de concreto en el encofrado.

**INCORRECTO:** Si se usa un slump constante ocurre exceso de agua en la parte superior de la llenada, con pérdida de resistencia y durabilidad en las partes altas.

.....

.....

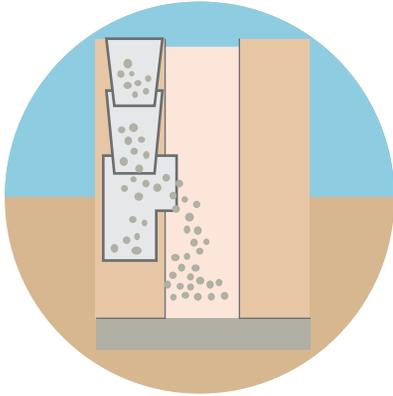
.....

.....

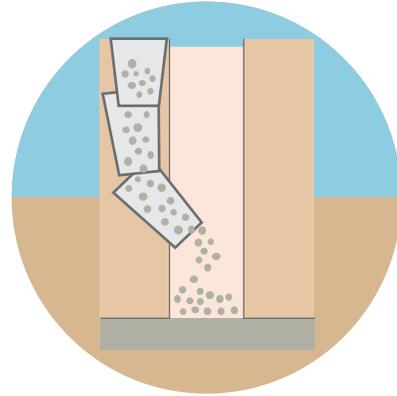
.....

### 3 Colocación del concreto a través de aberturas:

**CORRECTO:** Colocar el concreto en bolsón exterior al encofrado, ubicado junto a cada abertura, de tal manera que el concreto fluya al interior de la misma sin segregación.

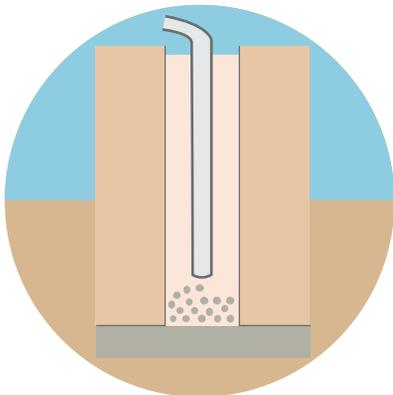


**INCORRECTO:** Si se permite que el chorro de concreto ingrese a los encofrados en un ángulo distinto de la vertical. Este procedimiento termina, inevitablemente, en segregación.

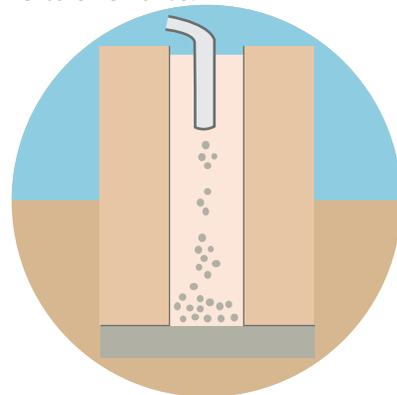


### 4 Colocación del concreto en columnas y muros:

**CORRECTO:** Chute o bomba llegan hasta el fondo y van subiendo con el concreto.

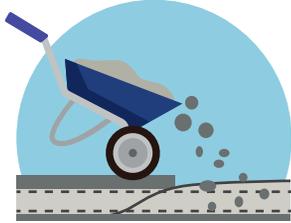


**INCORRECTO:** Se suelta concreto desde lo alto. (Segregación segunda). Mejora si se agrega pasta de cemento en el fondo.

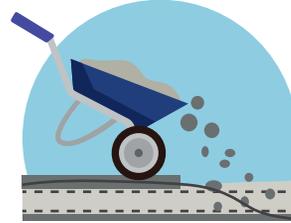


### 5 Colocación en losas:

**CORRECTO:** Colocar el concreto contra la cara del concreto llenado.

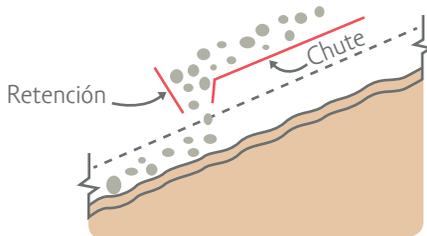


**INCORRECTO:** Colocar el concreto alejándose del concreto ya llenado.

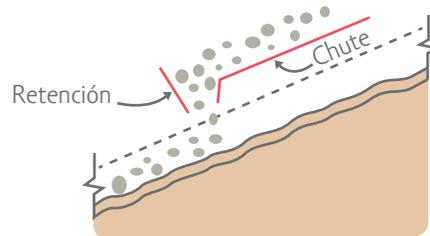


### 6 Colocación del concreto en pendientes fuertes:

**CORRECTO:** Colocar una retención en el extremo del chute para evitar la segregación y asegurar que el concreto permanezca en la pendiente.

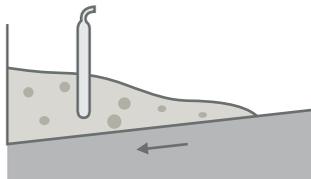


**INCORRECTO:** Si se descarga el concreto del extremo libre del chute en la pendiente, ocurre segregación y el agregado grueso va al fondo de la pendiente. Adicionalmente la velocidad de descarga tiende a mover el concreto hacia la parte inferior.

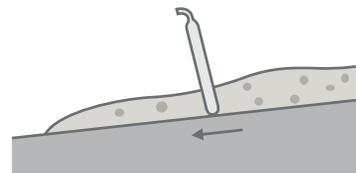


### 7 Colocación del concreto en pendientes suaves:

**CORRECTO:** Colocar el concreto en la parte inferior de la pendiente de modo tal que se aumenta la presión por el peso del concreto añadido. La vibración proporciona la compactación.

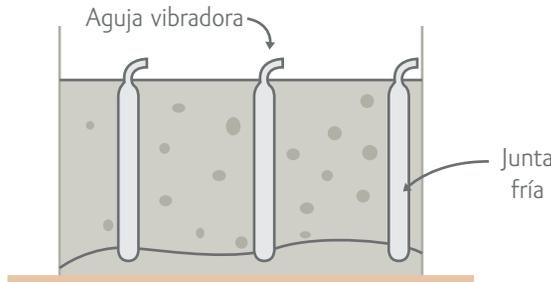


**INCORRECTO:** Si se comienza a colocar el concreto en la parte alta de la pendiente, la vibración transporta el concreto hacia la parte inferior.



## 8 Compactación por vibración:

**CORRECTO:** Los vibradores deben penetrar verticalmente unos 10 cm. en la llenada previa. La ubicación de los vibradores debe ser a distancias regulares, sistemáticas, para obtener la compactación correcta.



La aguja esta ingresando verticalmente

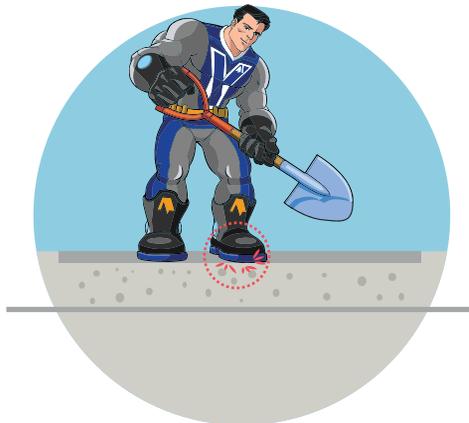
**INCORRECTO:** Si se penetra al azar, en diferentes ángulos y espaciamientos sin alcanzar la llenada previa, se impide la obtención del monolitismo del concreto.



La aguja esta inclinada

## 9 Bolsones de agregados gruesos:

**CORRECTO:** Cuando ocurre un bolsón de piedras, trasladarlas a una zona más arenosa y compactar con vibración o con pisadas fuertes.



**INCORRECTO:** Si se trata de resolver el problema añadiendo mortero al bolsón de agregado grueso.



## Colocación especial en diferentes climas

### En climas calurosos

La condición ideal para colocar concreto es un día cubierto, sin viento, húmedo y con una temperatura entre 8 y 20 °C.

El concreto a 16 °C fragua en 2 ½ horas y está totalmente duro en 6 horas. A 35 °C estos periodos se reducen a menos de la mitad. Consecuentemente, la posibilidad de juntas frías y la dificultad de acabado aumentan con temperaturas crecientes. Adicionalmente la velocidad de evaporación aumenta en climas calurosos con los peligros consecuentes de falta de hidratación del cemento y fisuración del concreto.

El objeto central al colocar concreto en climas calurosos debe ser colocar concreto que este frío y mantenerlo frío, con este propósito son recomendables las siguientes medidas:

- Mantener los agregados cubiertos protegidos del sol directo, regándolos continuamente.
- Obtener el agua más fría posible y, en caso de agua de reservorios, mantenerlos cubiertos y protegidos del sol.
- Regar abundantemente los encofrados previo a la colocación del concreto.
- El transporte, colocación y compactación del concreto debe efectuarse con la mayor rapidez. El equipo necesario para este fin debe estar previsto y preparado de antemano.
- El concreto recién colocado debe cubrirse con lonas u otras telas pesadas.
- El curado deberá iniciarse a la brevedad y de preferencia será efectuado mediante la provisión de agua.
- En caso de climas extremos será necesario enfriar los agregados y/o el agua para preparar el concreto.



## En climas fríos

Se tomarán precauciones especiales cuando el concreto se coloque en días cuya temperatura sea menor de 5 °C.

Si el concreto se hiela antes de alcanzar aproximadamente 35 Kg/cm<sup>2</sup> deberá ser retirado.

El objetivo central al colocar concreto en climas fríos deberá ser conseguir que alcance la resistencia de 35 Kg/cm<sup>2</sup> sin sufrir heladas, con este propósito son recomendables las siguientes medidas:

- No deberá prepararse concreto con agregados cuya temperatura sea inferior a 0 °C ó que contengan nieve o hielo.
- No deberá colocarse concreto a temperaturas menores de 0 °C cuando la temperatura este subiendo ó menores de 8 °C cuando la temperatura este bajando.
- Deberá retirarse la nieve o el hielo de los encofrados.
- El transporte, colocación y compactación del concreto debe efectuarse con la mayor rapidez. El equipo necesario para este fin debe estar previsto y preparado de antemano.
- El concreto recién colocado debe protegerse con mantos o cubiertas gruesas de plástico colocados a unos 10 cm.
- De la superficie del concreto, para crear un colchón aislante de aire que impida la pérdida del calor de hidratación.
- Excepto en climas muy secos, no se requiere curado cuando la temperatura se mantiene por debajo de 10 °C. En caso de requerirse curado se preferirá el curado con membranas.
- En caso de climas muy fríos será necesario calentar los agregados y/o el agua para preparar el concreto.



## Compactación

### Consistencia

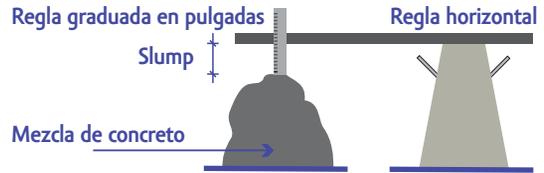
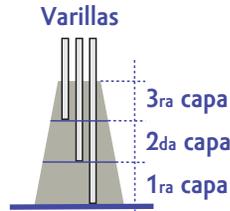
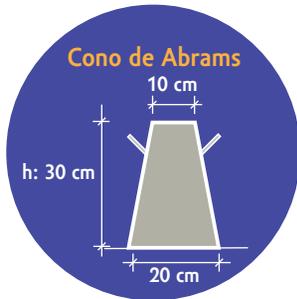
El concreto tal como se coloca en el molde tiene una cantidad importante de aire atrapado. Si se le permitiera endurecer en esta condición el concreto resultante sería poco uniforme, débil, poroso y de mala apariencia. La mezcla debe ser dosificada si ha de tener las propiedades normalmente deseadas y si ha de realizar el potencial del concreto.

Se llama compactación al proceso de retirar el aire atrapado por el concreto fresco colocado en el molde o encofrado. Se puede emplear varios métodos y técnicas, dependientes de:

- a. La trabajabilidad de la mezcla.
- b. Las condiciones de colocación.
- c. El grado de aireación requerido.

La trabajabilidad es la propiedad de la mezcla de concreto que determina la facilidad con que puede ser manipulado, compactado y terminado. Incluye características tales como la consistencia, la cohesividad y la fluidez.

Si bien la trabajabilidad depende del tamaño, gradación y forma del agregado y de la proporción cemento-agregado, el control primario de la misma se realiza variando la consistencia, a través de modificaciones del contenido de agua.



Descripción de la consistencia	Slump (en pulgadas)	Método de Compactación
Tiesa	0 - 1 (*)	Compactación por vibración y presión
Tiesa - plástica	1 - 2	Vibración normal
Plástica	3 - 4	Vibración ligera y chuceado
Fluida	5 - 7	Chuceado

(\*) La prueba de Slump es poco confiable en este rango.

La consistencia de la mezcla debe ser compatible con el equipo de compactación que se utilice. Si falta trabajabilidad el concreto no se compactará adecuadamente. Si hay trabajabilidad en concreto no se compactará adecuadamente. Si hay exceso de trabajabilidad se estará empleando una mezcla más costosa de lo necesario y, probablemente de inferior calidad. Más aún, el exceso de trabajabilidad va acompañado de inestabilidad de la mezcla produciendo tendencia a la segregación.

## Metodos de compactación

---

### Manuales

Cierto grado de compactación se obtiene por la simple acción de la gravedad al depositar el concreto en los encofrados. Esto es particularmente cierto para mezclas de consistencia fluida, que requieren energía de compactación muy pequeña, tal como el chuceado manual. Sin embargo, la calidad del concreto obtenido de esta manera es relativamente pobre, debido a la alta relación agua/cemento necesaria.



### Mecánicos

El método de compactación mecánico más usual es la vibración. La vibración se adapta especialmente a mezclas de consistencia Tiesa y Tiesa-plástica, debiendo en cada caso suministrarse la cantidad de energía necesaria.



### Vibración

En términos simples la vibración consiste en someter al concreto fresco a impulsos vibratorios rápidos, los que "licuefactan" el mortero reduciendo drásticamente la fricción interna. En esta condición el concreto se asienta como un líquido, por acción de la gravedad. Al discontinuarse la vibración, la fricción interna se restablece.



## Curado del concreto

---

Si no se cura el concreto este no alcanzara su resistencia potencial, ademas podrá fisurarse y tendrá durabilidad reducida.

El concreto endurece y adquiere resistencia debido a la reacción química entre el cemento y el agua (la hidratación del cemento). Es así, que el concreto endurece no porque se seca, sino por estar húmedo. Además como en todo proceso químico, a mayores temperaturas la hidratación es más rápida.

La hidratación del cemento es un proceso que toma un tiempo largo, medible en años, es inicialmente rápida y se vuelve cada vez más lenta conforme avanza el proceso.

El proceso de curado consiste en proveer al concreto del agua necesaria, por el debido tiempo, a temperaturas por encima de 10 °C.

Además de la obtención de la resistencia, el curado del concreto es necesario por los siguientes motivos:

- Se posterga la contracción de fragua. Si se permite que la superficie del concreto se seque antes de la fragua final del concreto se contrae produciéndose rajaduras.
- Se reduce la deformación diferida. Cuando el concreto es sometido a carga ocurren deformaciones instantáneas y gradualmente, con el tiempo, deformaciones diferidas. Estas últimas, casi siempre mayores que las instantáneas, son ocasionadas por la falta de cristalización de algunos de los productos de la hidratación.
- El curado, al asegurar la hidratación total, reduce su magnitud.
- Se mejora la durabilidad.
- Se reduce la eflorescencia. La eflorescencia es la presencia de sales solubles en la cara del concreto, como consecuencia de su cristalización en la superficie por el paso y evaporación del agua. El curado impide el paso y la evaporación del agua.
- Se mejora la resistencia a la abrasión.
- Se mejora la impermeabilidad.

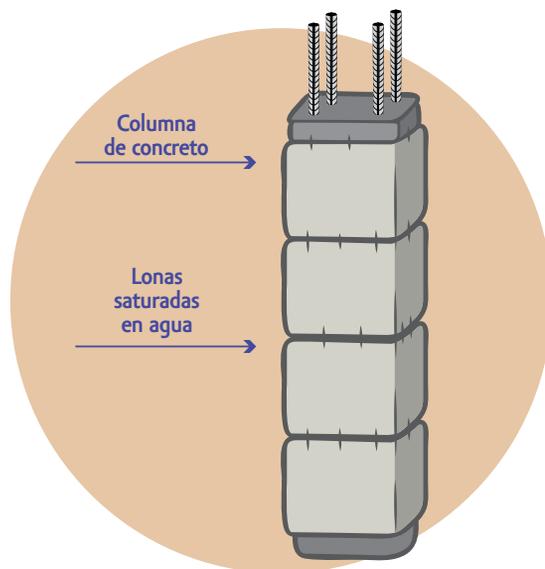
No existe un momento exacto para iniciar el curado. Sin embargo, en términos generales, el proceso debe iniciarse tan pronto como sea posible sin causar maltrato a la superficie del concreto. Esto ocurrirá entre 1 y 3 horas, después de la colocación, en climas calurosos y secos; entre 2 ½ y 5 horas en climas templados y, entre 4 ½ y 7 horas, en climas muy fríos.

El tiempo de curado debe ser el máximo posible. Como mínimo, debe ser 7 días para toda construcción de concreto estructural.

## Metodo de curado

**Provisión de agua:** Se logra regando el concreto o manteniéndolo cubierto con lonas permanentemente húmedas o formando arroceras. El concreto no debe secarse, por lo que es preferible evitar los procedimientos que requieren de atención y servicio constante. Este método es aplicable a la parte superior de elementos horizontales, como losas y pavimentos. No es aplicable a columnas o fondos y costado de vigas.

**Retención del agua:** Se logra aplicando membranas impermeables, inicialmente líquidas, a la superficie del concreto. Este sistema se aplica en elementos verticales y en la parte lateral e inferior de elementos horizontales. Cuando la membrana se aplica en la parte superior de elementos horizontales, debe cuidarse que no se destruya por el tránsito de construcción.



## Concreto Armado

---

### Preparación del refuerzo

1. No mezclar diferentes calidades de acero
2. Limpiar escamas de laminación
3. No colocar acero en contacto con suelo, grasa o concreto. Indispensable limpiar.
4. El doblado no debe causar fisuración de la barra. Respetar diámetros de doblado.
5. El óxido superficial es aceptable.
6. No cortar barras con soplete. Ciertos tipos de acero pierden sus propiedades resistentes.

### Almacenaje y Limpieza

1. El acero se almacenará en un lugar seco, aislado del suelo y protegido de la humedad manteniéndose libre de tierra, suciedad, aceite y grasa.
2. Antes de su instalación el acero se limpiará, quitándole las escamas de laminado, escamas de óxido y cualquier sustancia extraña. La oxidación superficial es aceptable no requiriendo limpieza.
3. Cuando haya demora en el vaciado del concreto, la armadura se inspeccionará nuevamente y se volverá a limpiar cuando sea necesario.

### Enderezamiento y Redoblado

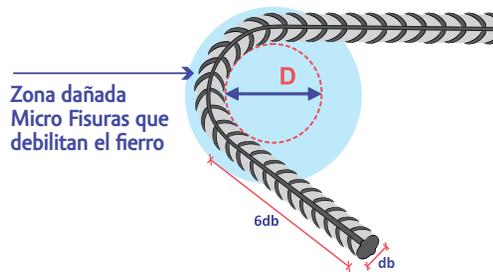
1. Las barras no deberán enderezarse ni volverse a doblar en forma tal que el material sea dañado.
2. No se usarán las barras con ondulaciones o dobleces no mostrados en los planos, o las que tengan fisuras o roturas.
3. El calentamiento del acero se permitirá solamente cuando toda la operación sea aprobada por el inspector o proyectista.

### Colocación

1. La colocación de la armadura será efectuada en estricto acuerdo con los planos y con una tolerancia no mayor de  $\pm 1$  cm.
2. Se asegurará contra cualquier desplazamiento por medio de amarras de alambre ubicadas en las intersecciones.

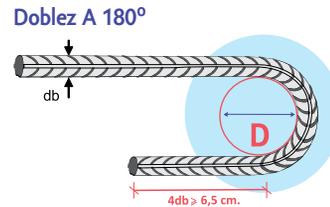
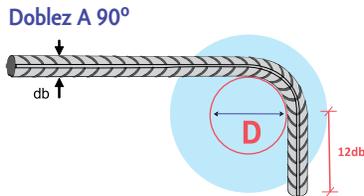
### Ganchos y Dobleces

1. Las barras de acero se deben doblar por diferentes motivos, por ejemplo, para formar los estribos. Estos dobleces deben tener un diámetro adecuado para no dañar el acero.



Si el diámetro de doblado (D) es menor que el mínimo exigido se producen microfisuras que debilitan el fierro

## Diámetro de Doblado en Refuerzo Longitudinal



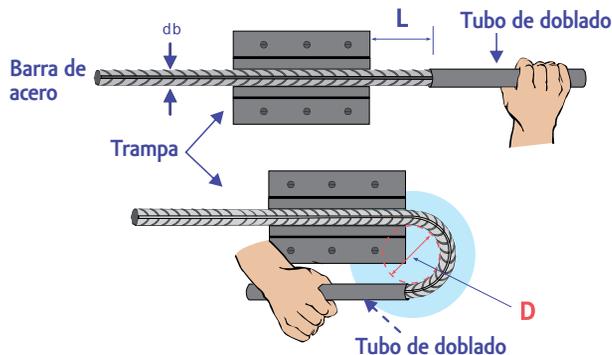
(db): diámetro de barra para ambos casos:

Barras de 3/8" a 1"  
**D = 6 db**  
 Barras de 1/8" a 1 3/8"  
**D = 8 db**

## Diámetros de doblado en barras longitudinales

Diámetro de Barra (db)		Diámetro mínimo de doblado (D)	Distancia tubo a trampa (L) (mm.)	
(pulp)	(mm)		Para doblar bastones a 90°	Para doblar bastones a 180°
-	6	36	25	55
-	8	48	30	70
3/8	-	57	35	85
-	12	72	50	110
1/2	-	76	55	120
5/8	-	95	65	150
3/4	-	114	85	175
1	-	152	115	235

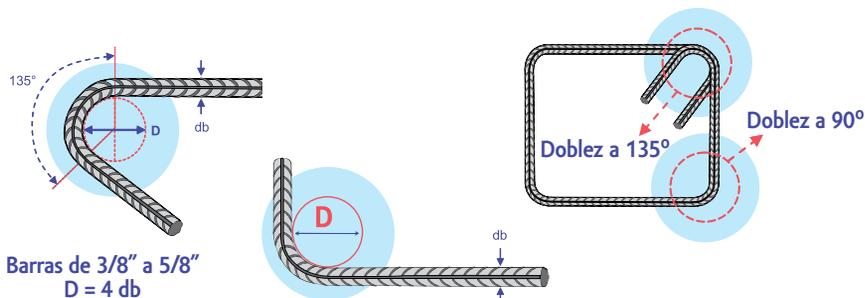
Para realizar estos diámetros de doblado, en las barras de acero, es necesario separar el tubo de doblado de la trampa una distancia (L) indicada en la tabla. Una vez que se tenga esta separación, se procede a doblar la barra.



Diámetro de Hierro	Diámetro del Tubo 	Ancho de Trampa 
6 mm	3/8"	8 mm 
8 mm	3/8"	10 mm
3/8"	3/8"	14 mm
12 mm	1/2"	14 mm
1/2"	5/8"	14 mm
5/8"	3/4"	22 mm
3/4"	1"	22 mm
1"	1 1/2"	31 mm

### Diámetros de doblado en estribos

Cuando se doblan estribos tenemos dos casos: El doblado a 90° y el doblado a 135°, en la siguiente tabla se señalan los diámetros de doblado y la distancia (L) entre el tubo y trampa para cada ángulo. Para doblar estribos, el diámetro mínimo de doblado es 4 veces el diámetro de la barra (db).

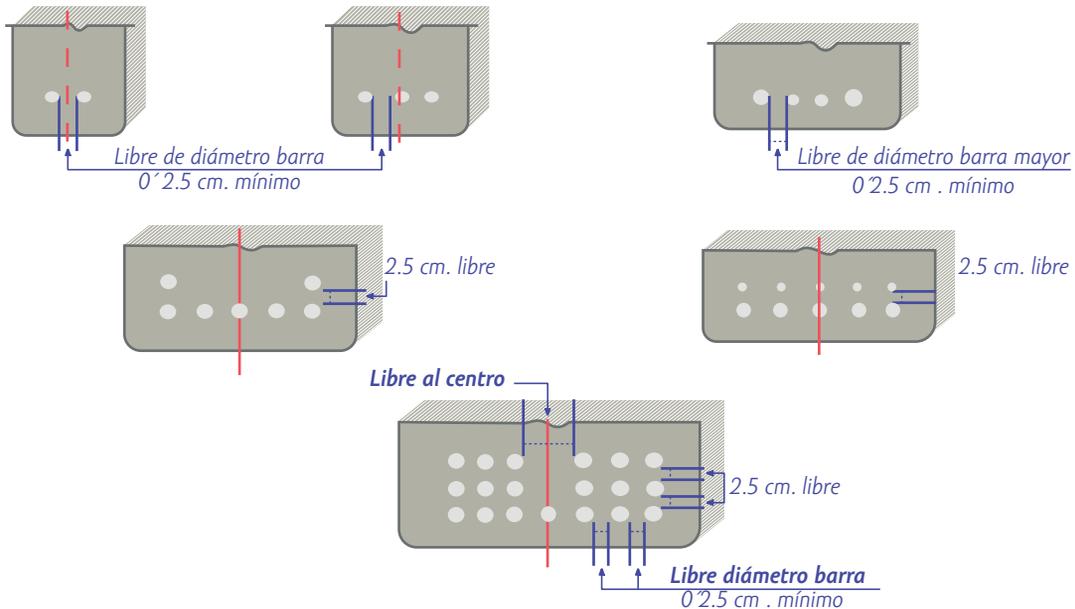


## Diámetros de doblado en estribos

Diámetro de Barra (db)		Diámetro mínimo de doblado (D)	Distancia tubo a trampa (L)	
(pulp)	(mm)		Para doblar bastones a 90°	Para doblar bastones a 135°
-	6	24	15	25
-	6	32	20	33
3/8	-	38	25	40
-	12	48	30	50
1/2	-	51	35	55
5/8	-	64	45	70

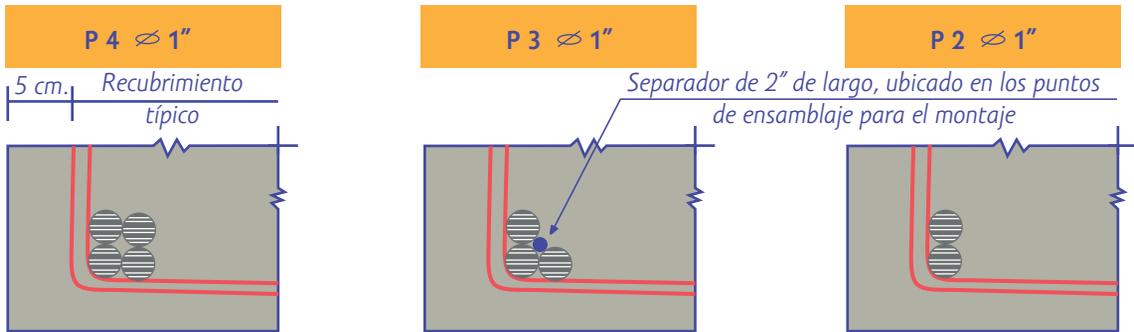
## Distribución de Barras en vigas

- La disposición de barras debe ser simétrica con respecto al eje de la viga.
- En el caso de tener 2 barras en una capa, estas se dispondrán en las esquinas.
- Cuando hay barras de diferente diámetro en una sección, y estas pueden ser colocadas en una capa, las de mayor diámetro se colocarán hacia afuera.
- Cuando hay barras de diferente diámetro en varias capas. Las de mayor diámetro deben colocarse en la capa inferior.
- Cuando hay gran cantidad de refuerzo, las barras se colocarán en grupos y por capas.

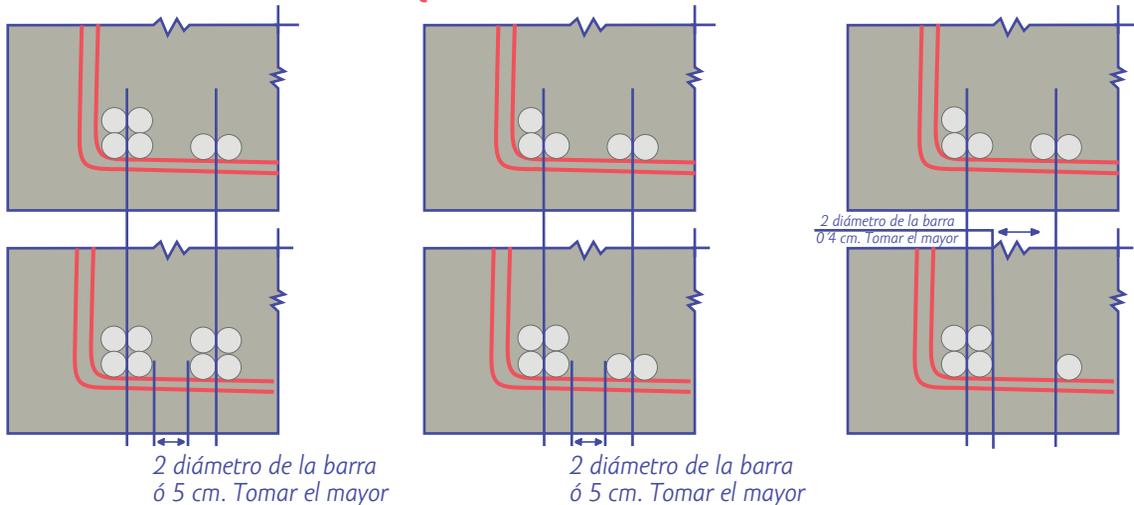


## Paquete de barras

- Los paquetes podrán ser ensamblados antes del montaje en sitio.
- El ensamble se podrá realizar amarrando con alambre N° 16 cada 30 cm. ó con puntos de soldadura (largo 3/4") cada 40 cm.
- Las uniones de las barras de un paquete serán a tope. No existirán traslapes.
- Las barras serán terminadas alternadamente, de manera que nunca haya 2 uniones a menos de 60 cm. una de otra.
- El corte de las barras será a escuadra y sin rebaba o labio, las barras se prepararán de esa manera antes del montaje.

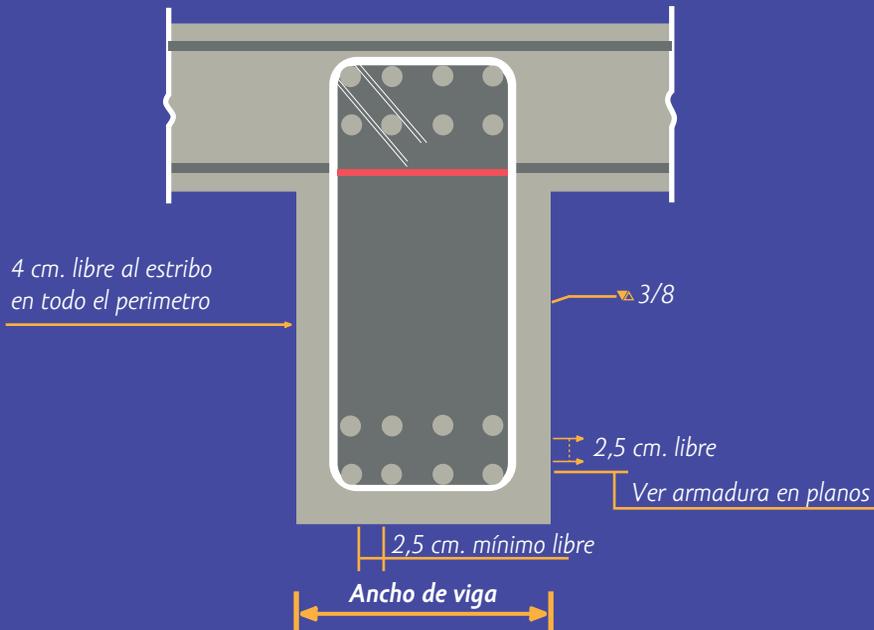


## ESPACIAMIENTOS TÍPICOS ENTRE PAQUETES



## Ancho mínimo

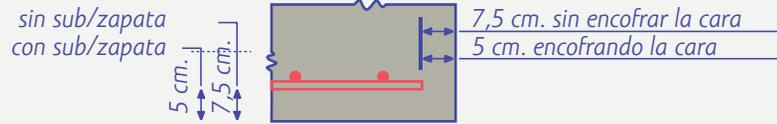
Ø	Número de barras en una capa							Incremento por barra adicional
	2	3	4	5	6	7	8	
1/2	15.0	18.5	22.5	26.5	30.0	34.0	37.5	4.0
5/8	15.5	19.5	24.0	28.0	32.0	36.0	40.0	4.0
3/4	16.0	20.5	25.0	29.5	34.0	38.0	42.5	4.5
1"	17.5	22.5	27.5	32.5	37.5	42.5	47.5	5.0



- La tabla está preparada para recubrimientos de 4 cm.
- La tabla está preparada para estribos de 3/8.
- Para estribos de 1/2 aumentar 0.5 cm.
- Para estribos de 5/8 aumentar 1.5 cm.
- Para estribos de 1/4 disminuir 0.5 cm.
- Para barras de diámetros diferentes, usar el ancho de la tabla para el número dado de barras del menor diámetro más el incremento por cada barra adicional de mayor diámetro.

## Recubrimientos

### 1. ZAPATAS



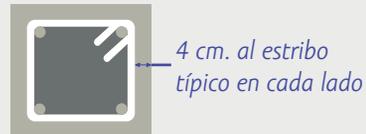
### 2. VIGAS DE CIMENTACIÓN



### 3. MUROS

- Caras en contacto con el terreno	∅ 5/8 o menos 4 cm.	∅ 3/4 o mayor 5 cm.
- Caras expuestas a la intemperie		
- Caras mojadas		
- Caras seas interiores	2 cm.	

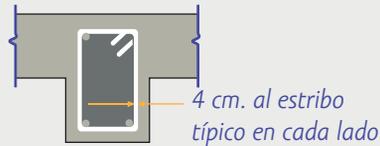
### 4. COLUMNAS Y PLACAS



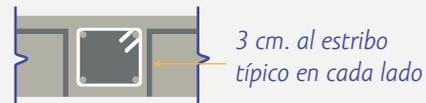
### 5. ARRIOSTRES Y CONFINAMIENTOS



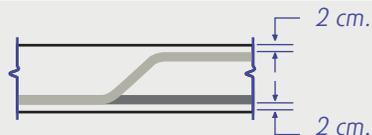
### 6. VIGAS PERALTADAS



### 7. VIGAS CHATAS

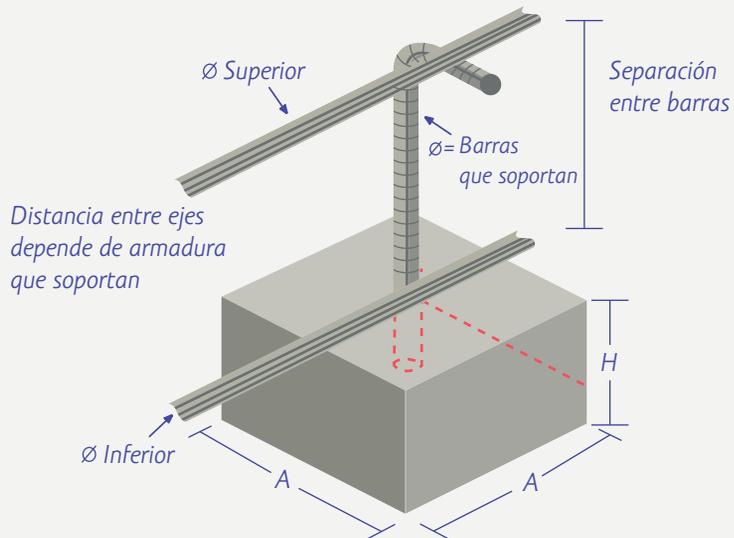
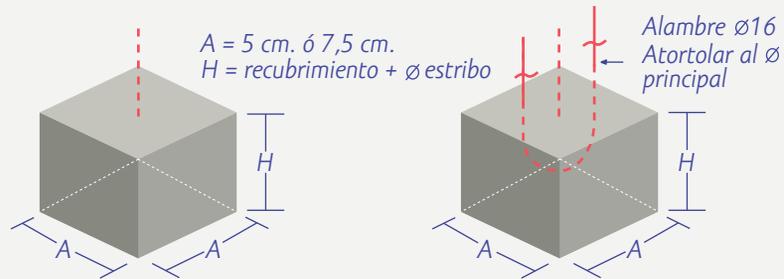


### 8. LOSAS Y ALIGERADOS



## Soporte del refuerzo - espaciadores

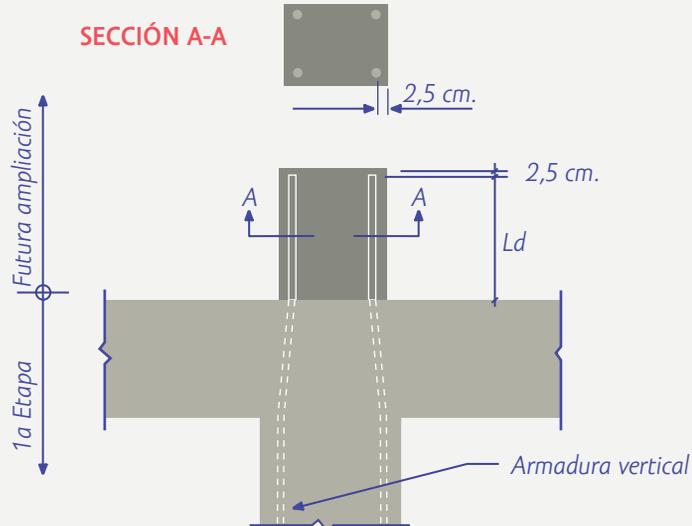
### DADOS DE CONCRETO PREFABRICADOS



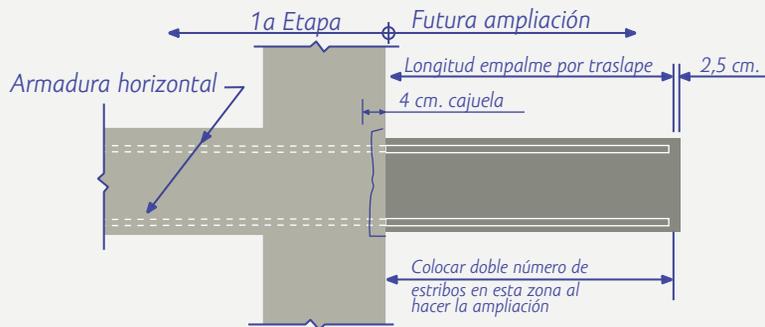
## Protección de la armadura para futuras ampliaciones

1. Debe envolverse las barras con polietileno ó con papel de bolsas de cemento.
2. Llenar concreto Pobre (cemento hormigón 1:16) con un mínimo de 2.5 cm. de recubrimiento.

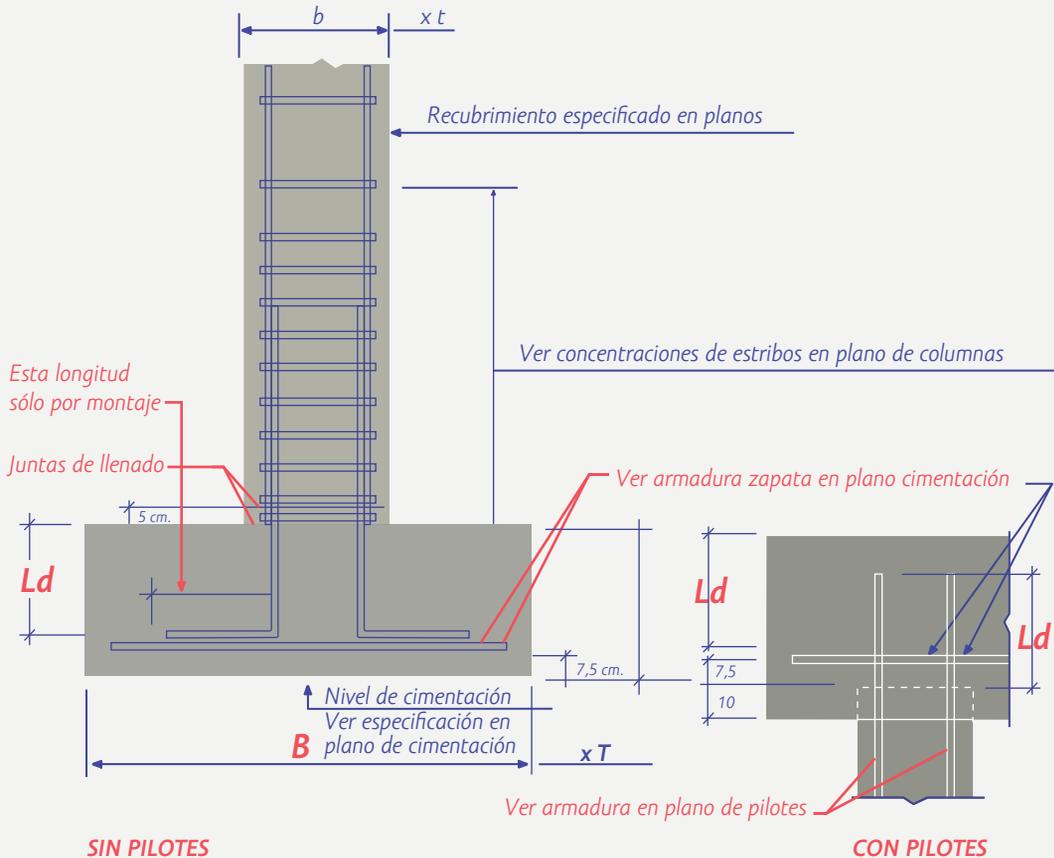
### AMPLIACIÓN VERTICAL



### AMPLIACIÓN HORIZONTAL



## Longitudes de anclajes en compresión



**Ld (cm) Longitud de anclaje en compresión**

Ø	Concreto $f'c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )			
	210	245	280	>315
3/8	20	20	20	20
1/2	30	25	25	25
5/8	35	30	30	30
3/4	45	40	35	35
1"	55	50	50	45
1 3/8	75	70	65	65

\* Valores para acero grado 60, para grado 40 reducir 1/3 pero no menos de 20 cm

## Empalmes

Las barras de acero que existen en el mercado, generalmente tienen longitudes que no exceden los 9.15 metros (30 pies). En el armado de los diferentes elementos de concreto que requieren continuidad en una estructura de acero, existe dificultad para manipular barras delgadas, aún en esta longitud, por lo que es necesario empalmar barras para lograr armar las estructuras de las obras de concreto armado.

**Cómo se empalma:** Las barras se empalman de diferentes modos:

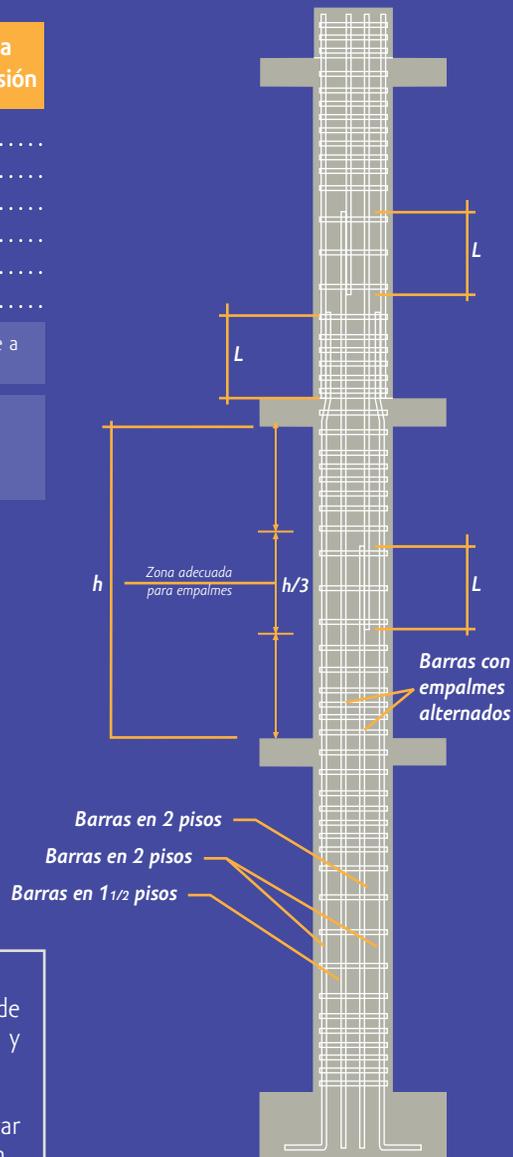
- Traslapando las barras un cierto número de diámetros de manera que sea capaz de transmitir el esfuerzo de una barra a la otra a través del concreto.
- Soldando una barra a la otra, ya sea a tope o traslapada.
- Fijando por medio de elementos especiales que permitan la transmisión del esfuerzo.



## Empalmes en columnas

- Los empalmes se efectúan, de modo usual, inmediatamente encima de los niveles de los pisos, un número suficiente de barras de la parte inferior se prolongan un cierto número de diámetros de tal manera de transmitir por adherencia el esfuerzo de las barras superiores. Las barras de la parte superior reposan sobre la superficie del piso al costado de las otras barras, amarradas a ellas o dejando espacios libres no menores de 4 cm. ó 1 ½ veces el diámetro de la barra mayor. Cuando las vigas son invertidas el empalme se hará en la parte superior de éstas.
- Cuando el número y tamaño de las barras causen congestión se pueden prolongar las barras por dos ó más pisos de altura, alternando los empalmes de tal manera que en cada nivel sólo se empalmen la mitad o tercera parte de las barras según sea el caso.
- En columnas que están destinadas a soportar fuertes momentos de flexión, es preferible empalmar las barras en los puntos de momento mínimo. En edificios este punto estará cerca a la mitad de la altura entre pisos; en este caso efectuar los empalmes en pisos alternados; su longitud será la indicada en el cuadro de empalmes de armadura para columnas a flexión.
- En el caso de empalmes soldados, la barra inferior, se corta a escuadra y la superior a bisel. El relleno de soldadura producirá en este caso un empalme con 125% de la carga de fluencia de las barras. Este tipo de empalme no debe usarse en barras trabajadas en frío (torsionadas por ejemplo) ó en barras que no sean de acero soldable. Ver las recomendaciones para la soldadura de barras de acero Grado 60 de los fabricantes.

Empalmes por traslape	Ø	Elementos a compresión	Elementos a Flexo compresión
Longitud de empalme para acero de grado 60 (en cm)	3/8	30	35
	1/2	40	45
	5/8	50	55
	3/4	60	70
	1"	75	120
	1 3/8	105	245
Ubicación del empalme		En cualquier sitio	Recomendable a 1/2 altura
Cantidad máxima de barras a empalmar en una sección		50%	50% (alternadas)



#### NOTA

En los planos deben especificarse las longitudes de traslape para los elementos a compresión y flexo-compresión.

Si en los planos no especifican las longitudes, utilizar las longitudes correspondientes a flexo-compresión.

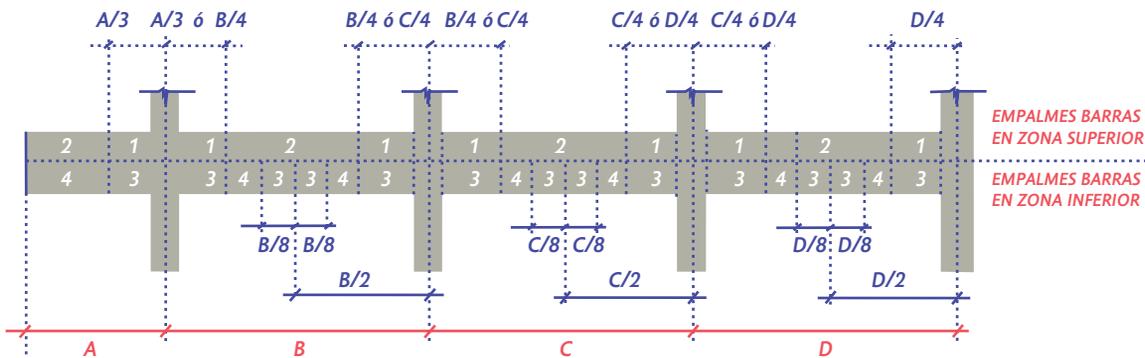
## Empalmes en losas y vigas

Las barras en las losas y vigas pueden ser rectas y/o dobladas. La tendencia actual es hacia el empleo de modo exclusivo de barras rectas. En estas condiciones conviene tener en cuenta lo siguiente:

- A** No es recomendable empalmar barras en los puntos de máximo momento. Para las barras superiores este punto estará en el apoyo de vigas continuas o voladizos, para las barras inferiores en vigas continuas o simplemente apoyadas, este punto estará en las inmediaciones del centro de la luz.
- B** Efectuar los empalmes cerca a los puntos de inflexión. En el caso de vigas continuas, de luces, rigideces y cargas aproximadamente iguales, este punto ocurre al quinto de la luz. En otros casos conviene consultar al proyectista.
- C** Alternar los empalmes. Empalmar solo una fracción pequeña de las barras (un tercio o menos) en cada sección, y espaciar el siguiente empalme unos 40 diámetros.
- D** Ubicar los empalmes donde haya abundante concreto para transmitir el esfuerzo. Evitar los empalmes cerca a huecos, ángulos entrantes ó cambios bruscos de sección.
- E** Exigir detalles de empalme al proyectista en el caso de vigas muy angostas o sometidas a esfuerzos de corte muy intensos o de longitud poco normal.
- F** Usar de preferencia empalmes traslapados con las barras amarradas.
- G** No es indispensable amarrar las barras traslapadas. Es posible que las barras (cada una de ellas) esté rodeada por concreto y separada de la otra barra un mínimo de 2.5 cm.
- H** Conviene colocar algunos estribos ( $3/8'' @ 10$  cm. por ejemplo) en la zona de empalmes, cuando éstos no se hayan podido distribuir adecuadamente.

Empalmes por traslape	Ø	Zona Superior		Zona Inferior	
Longitud de empalme para acero de grado 60 (en cm)	3/8	40	35	35	30
	1/2	55	45	45	30
	5/8	70	55	55	40
	3/4	90	70	70	50
	1"	160	120	120	90
	1 3/8	315	245	245	170
Ubicación del empalme	VER GRÁFICO				
Cantidad máxima de barras a empalmar en una sección	50 %	75 %	50 %	75 %	

**NOTA** Para concreto  $f'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup> reducir longitud de empalmes 10%  
 Para concreto  $f'c = 350$  kg/cm<sup>2</sup> reducir longitud de empalmes 20%  
 En ningún caso menos de 30 cm.



## Empalmes en tirantes

No se recomienda utilizar empalmes en tirantes, sin embargo, cuando sea necesario empalmar, se recomienda utilizar las siguientes longitudes.

Empalmes por traslape	Ø	Elementos a compresión
Longitud de empalme para acero de grado 60 (en cm)	3/8	50
	1/2	60
	5/8	75
	3/4	95
	1"	175
	1 3/8	315
Ubicación del empalme	En cualquier sitio	
Cantidad máxima de barras a empalmar en una sección	50% (alternadas)	

## Juntas de construcción y juntas funcionales

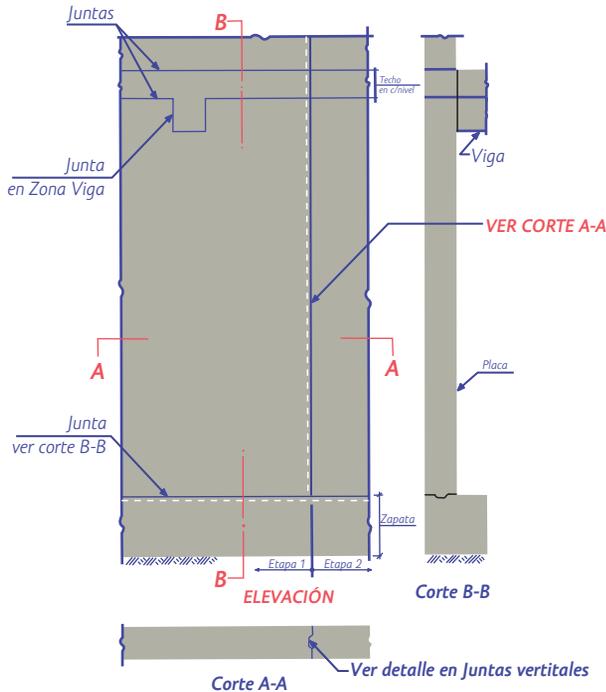
### 1 Juntas de construcción:

Deben ubicarse teniendo en cuenta el comportamiento estructural y tratarse de manera de recuperar el monolitismo del concreto. Las juntas de construcción no se indican en los planos del proyecto, debiendo ser propuestas por el constructor y aprobada por el proyectista.

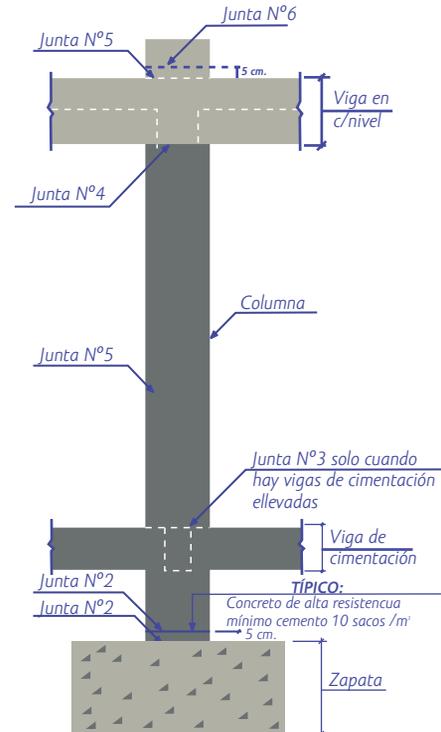
Las juntas de construcción horizontales se ubicarán en cada piso: encima de la cimentación, debajo de las vigas y encima de las losas o vigas (si estas son peraltadas hacia arriba).

- Las juntas de construcción verticales se ubicarán cerca al centro de la luz de vigas y losas.
- No debe ubicarse juntas de construcción horizontales en vigas, losas y zapatas.
- No debe ubicarse juntas de construcción verticales en columnas y zapatas.
- No debe ubicarse juntas de construcción verticales en vigas o losas cerca de sus apoyos.

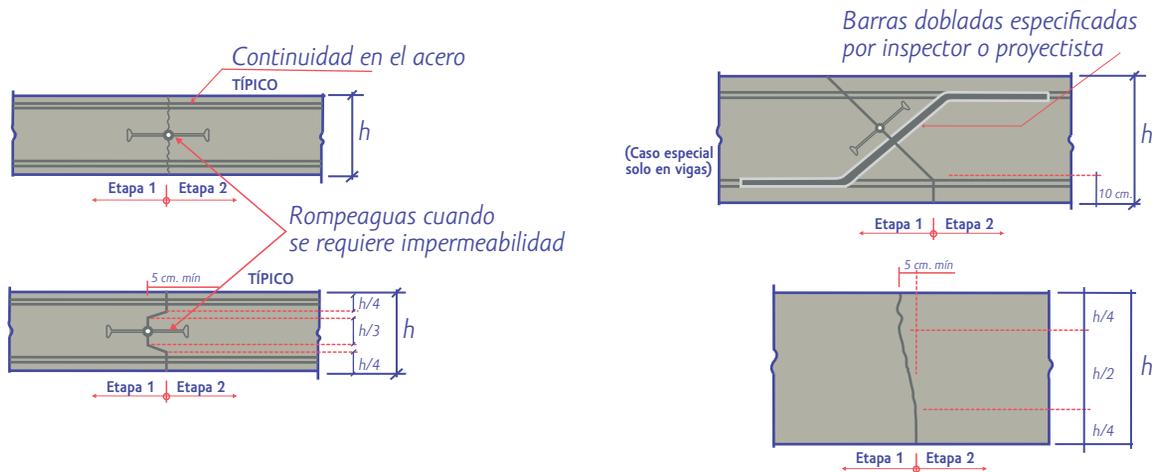
#### JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN HORIZONTALES Y VERTICALES EN PLACAS



#### JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN HORIZONTALES HORIZONTALES EN COLUMNAS



## JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN VERTICALES EN LOSAS Y VIGAS



## 2 Juntas funcionales

Tienen como propósito permitir el movimiento irrestricto de partes adyacentes de una o más estructuras ó de la estructura y los elementos no estructurales. El movimiento puede ser causado por cambios volumétricos del concreto (debidos a la contracción de fragua y variaciones de temperatura), por deformaciones ó desplazamientos estructurales (debido a las cargas), por diferencias de comportamiento entre la estructura y los elementos no estructurales o por asentamientos diferenciales de la cimentación.

Las juntas funcionales deben aparecer ubicadas y detalladas en los planos del proyecto. Se clasifican en:

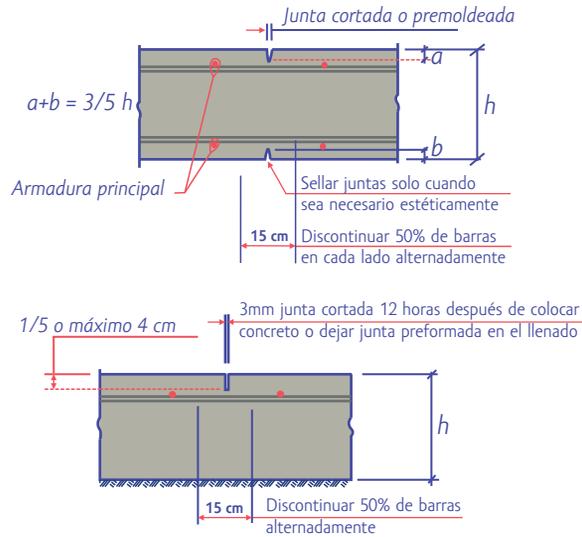
### Juntas de control

- Se usan en Pavimentos, Muros y Parapetos.
- Permiten el movimiento solo en el sentido horizontal perpendicular a la junta.
- Si no se usan Juntas de Contracción, ocurrirán rajaduras y fisuras.
- La distancia entre Juntas de Contracción no excederán los siguientes valores:

Condiciones	Sin armadura	Armadura nominal	Armadura estructural
Llenados contra el terreno	4.50 m	6.00 m	7.50 m
Apoyados en elementos estructurales	6.00 m	7.50 m	15.00 m

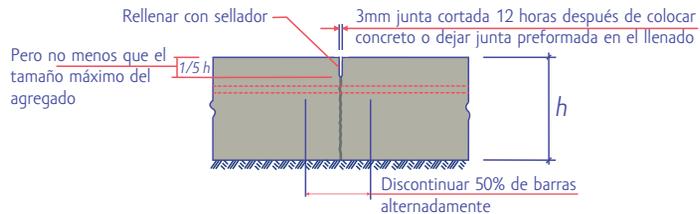
## Juntas de contracción o control en muros y parapetos

CUÁNDO ESTÁN EN CONTACTO CON TERRENO



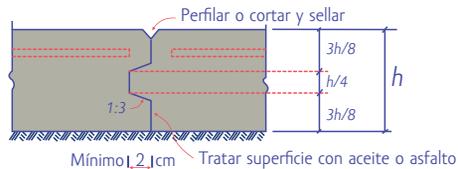
## Juntas de contracción o control en pavimentos

JUNTA PARCIAL



JUNTA TOTAL

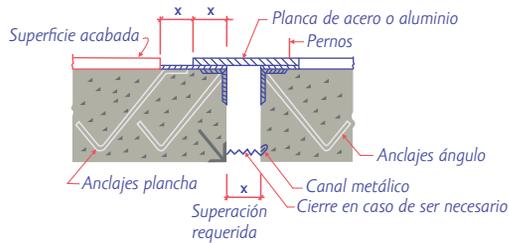
(Coincidente con junta de construcción)



## Juntas de separación sísmica

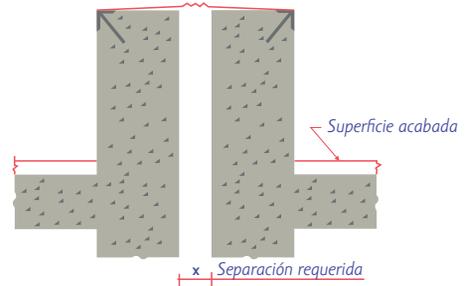
- Permiten separar las unidades adyacentes en dos estructuras completamente independientes exceptuando, en ciertos casos, la cimentación.
- Ninguna barra de refuerzo debe atravesarla.
- El relleno de la junta, cuando este debe colocarse, será un material compresible, con densidad menor de 200 Kg/m<sup>3</sup>.
- La Junta de Expansión tiene usualmente entre 2 y 5 cm. Libres
- La Junta de Separación Sísmica tiene un espacio libre especificado y nunca menor de 3 cm.

### JUNTAS EN LOSAS O VIGAS

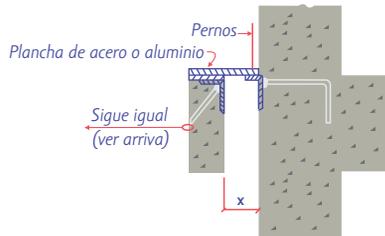


### JUNTAS DE EXPANSIÓN (DILATACIÓN) Y DE SEPARACIÓN SÍSMICA

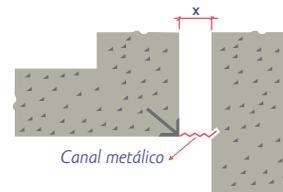
En parapetos de techos o vigas invertidas (sección vertical)



### JUNTAS EN LOSAS O VIGAS Y MURO

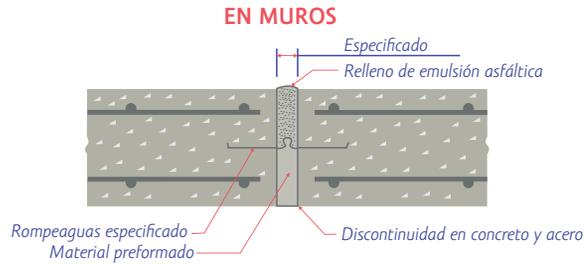


### JUNTAS EN MUROS O PLACAS (PLANTA)



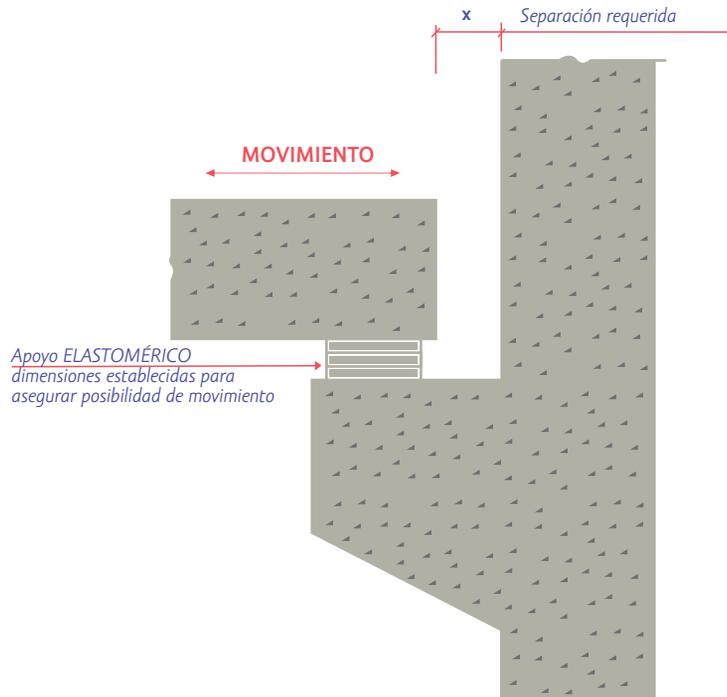
## Juntas de expansión o dilatación

- La Junta de Expansión tiene usualmente entre 2 y 5 cm. libres.
- Distancia entre juntas: 4 veces la distancia entre juntas de contracción.



## Juntas deslizantes

- Se utilizan cuando una unidad estructural debe moverse perpendicularmente a otra.
- Normalmente complementan a las Juntas de Expansión y de Separación Sísmica, debiendo aplicarse exigencias semejantes.

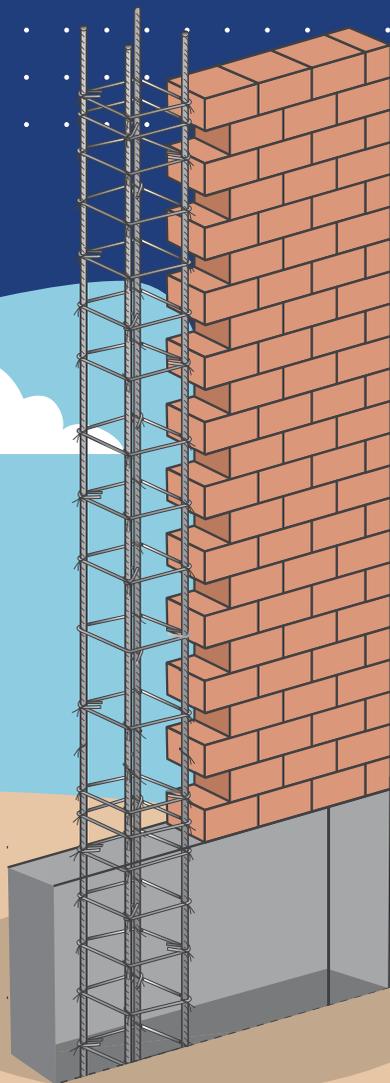


## Tuberías empotradas

Deben aplicarse las siguientes condiciones, excepto cuando los planos estructurales indiquen la ubicación y dimensiones de las tuberías empotradas en el concreto:

- No deben tener dimensiones exteriores mayores que la tercera parte del espesor total de la losa, muro o viga, donde estén empotrados.
  - No deben estar espaciados entre tuberías, a menos de tres veces su diámetro o ancho medido de centro a centro.
  - Ningún líquido, gas o vapor (salvo el agua cuya temperatura y presión no excedan de 32° C ni de 0.35 MPa respectivamente) debe circular o colocarse en las tuberías hasta que el concreto haya alcanzado su resistencia de diseño.
  - Antes del llenado del concreto se probarán todas las tuberías 1 1/2 vez la presión de trabajo durante 2 horas.
  - Se corregirán todas las fugas y se probarán nuevamente hasta obtener resultados satisfactorios sin pérdida de presión.
  - El recubrimiento de concreto para las tuberías y sus conexiones no debe ser menor de 4 cm. en superficies de concreto expuestas a la intemperie o en contacto con el suelo, ni menor de 2 cm. en aquellas que no estén directamente en contacto con el suelo o expuestas a la intemperie.
  - Las tuberías y ductos deben fabricarse e instalarse de tal forma que no se requiera cortar, doblar o desplazar el refuerzo de su posición apropiada.
  - Las tuberías y sus conexiones deben diseñarse para resistir los efectos del fluido, la presión y la temperatura a las cuales van a estar sometidas.
  - En las columnas las tuberías o su conexión no desplazarán más de 4% de la sección total de la misma.
  - Las tuberías no desplazarán armadura debiendo colocarse entre las capas de armadura o dentro de los estribos según corresponda.
  - En losas, muros y placas se añadirá varillas de 3/8 o 30 cm. perpendicular a la tubería, extendiéndose 30 cm. a cada lado de la misma.
- 1 No deben empotrarse:
    - Tuberías de aluminio.
    - Tuberías a presión que excedan 10 Kg/cm<sup>2</sup> de presión interna.
    - Tuberías que conduzcan sustancias cuya temperatura exceda 60°C.
    - Tuberías que conduzcan sustancias explosivas.
    - Tuberías que conduzcan sustancias que puedan atacar el concreto.
    - Tuberías a presión con uniones roscadas.
  - 2 El diámetro máximo de la tubería empotrada o su conexión no será mayor que 1/3 del espesor total en losas, vigas, muros o placas y la distancia centro a centro entre tuberías no será menor que 3 veces su diámetro.
  - 3 En columnas, las tuberías o su conexión no desplazarán más de 4% de la sección total de la misma.
  - 4 El recubrimiento a las tuberías será por lo menos igual al de la armadura principal.
  - 5 Las tuberías no desplazarán armadura debiendo colocarse entre las capas de armadura o dentro de los estribos según corresponda.
  - 6 En losas, muros y placas se añadirá varillas de 3/8 @ 30 cm. Perpendicular a la tubería, extendiéndose 30 cm. a cada lado de la misma.
  - 7 Antes del llenado del concreto se probarán todas las tuberías a 1 1/2 vez la presión de trabajo durante 2 horas. Se corregirán todas las fugas y se probarán nuevamente hasta obtener resultados satisfactorios sin pérdida de presión.

# 4 ALBAÑILERÍA

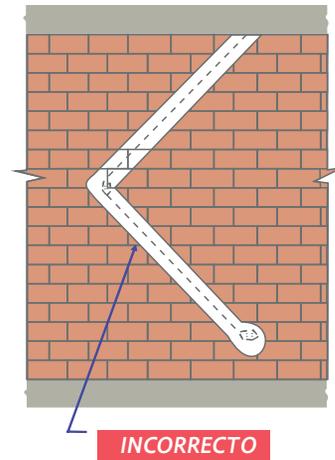
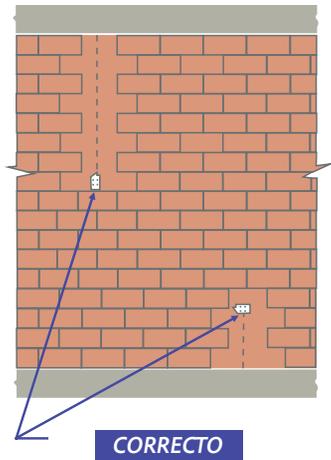


# CAPÍTULO 4

## Albañilería

---

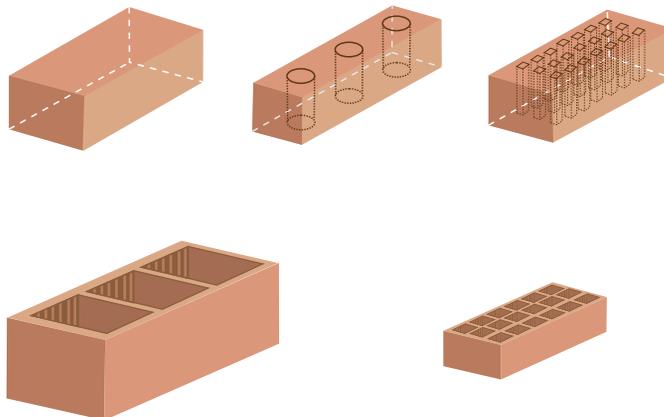
- A** La resistencia a la compresión de la albañilería ( $f'm$ ) define no sólo el nivel de su calidad estructural, sino el nivel de su resistencia a la intemperie o cualquier otra causa de deterioro.
- B** La resistencia a la compresión ( $f'm$ ) se incrementa con aumentos en:
- 1 Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería.
  - 2 Perfección geométrica de la unidad de albañilería.
  - 3 Adhesividad del mortero.
  - 4 Resistencia a la compresión.
  - 5 Calidad de mano de obra.
- C** El mortero cumple en la albañilería dos funciones; la primera es separar las unidades de albañilería de manera de absorber sus irregularidades, la segunda es pegar las unidades de albañilería de modo tal que la albañilería sea monolítica y no un conjunto de piezas sueltas.
- D** La resistencia y calidad de la albañilería disminuyen con el incremento del tamaño de las juntas de mortero. Se estima que la reducción es del orden del 15% por cada incremento de 3 mm., sobre el espesor ideal de 10 a 12 mm. (1 a 1.2 cm.)
- E** El espesor de las juntas depende de:
- 1 La perfección de la unidad de albañilería.
  - 2 La trabajabilidad del mortero.
  - 3 La calidad de la mano de obra.
- F** Todo ladrillo de arcilla debe mojarse antes de su asentado. De lo contrario succionará de manera excesiva el agua del mortero impidiendo que este fragüe.
- G** Los bloques de concreto deben asentarse secos. Si se mojan no succionarán al mortero impidiendo la adhesión.
- H** Los ladrillos sílico - calcáreos deben de asentarse ligeramente húmedos ó secos, pero con las superficies limpias del polvo de fabricación, de lo contrario no habrá adhesión con el mortero del asentado.
- I** La unidad de albañilería debe ser fabricado industrialmente.
- J** El ladrillo pandereta no es una unidad de albañilería estructural, debe usarse solo en tabiquería.
- K** El uso de unidades de albañilería sólida, perforada o tubular debe estar indicada en los planos del proyecto. En caso de no usarlo usar unidades de albañilería sólida.
- L** No se debe picar los muros para alojar los tubos de las instalaciones.



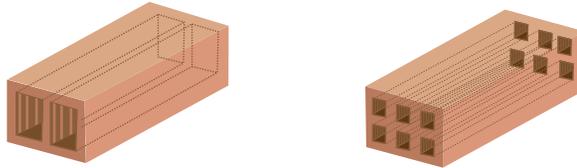
## La unidad de albañilería

- 1 Se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano. Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo.
- 2 Por su forma la unidad de albañilería puede ser:

**SOLIDA:** Puede tener perforaciones perpendiculares a la cara de asiento. El área de estas perforaciones está limitada al 30% como máximo del área bruta de la cara.



**TUBULAR:** Tiene perforaciones paralelas a la cara de asiento, sin limitaciones del área.



- 3 Según la materia prima de fabricación la unidad de albañilería puede ser:
  - a. De arcilla
  - b. De concreto
  - c. Sílico – calcáreas
  
- 4 Por el método de fabricación la unidad de albañilería puede ser:
  - a. Industrial
  - b. Artesanal

### Ladrillos y bloques por m2 de muro

Unidad albañilería	Dimensiones en cm	Espesor junta cm	Tipo de aparejo con 5% de desperdicio	
			Cabeza	Soga
Ladrillo de concreto KK (Caravista)	9 x 13 x 24	1.0	75	42
Ladrillo de concreto KK	9 x 13 x 24	1.5	69	39
Bloques de concreto (Caravista)	9 x 19 x 39	1.0		14
Bloques de concreto	9 x 19 x 39	1.5		13
Bloques de concreto (Caravista)	14 x 19 x 39	1.0		14
Bloques de concreto	14 x 19 x 39	1.5		13
Ladrillo de arcilla (Caravista)	10 x 14 x 24	1.0	64	39
Ladrillo de arcilla	10 x 14 x 24	1.5	59	36
Ladrillo de arcillo - Pandereta	10 x 12 x 24	1.5	69	36

## **Bloquetas de concreto**

Estas unidades de albañilería, al ser elaboradas de concreto, superan en resistencia a las unidades de arcilla, otorgando a los muros mayor resistencia. Tienen mejor rendimiento por M<sup>2</sup>, se reduce el tiempo de asentado en los muros.

- Bloque de tres huecos (9 x 19 x 39) : 41.5 Kg/cm<sup>2</sup> de resistencia
- Bloque tipo 14 (14 x 19 x 39) : 71.4 Kg/cm<sup>2</sup> de resistencia
- Ladrillo de concreto King Kong : 145 Kg/cm<sup>2</sup> de resistencia

El bloque o ladrillo de concreto debe curarse por lo menos 7 días.

El bloque o ladrillo de concreto no debe usarse antes de los 28 días de fabricado.

## **Mortero**

El Mortero y el Concreto se elaboran con los mismos ingredientes, sin embargo, las propiedades en cada caso son diferentes. Mientras que para el concreto la propiedad fundamental es la resistencia, para el Mortero es la ADHESIVIDAD con la unidad de albañilería.

Para que el mortero tenga esta propiedad, se requiere: alta retentividad de agua, consistencia y fluidez, que constituyen la trabajabilidad de la mezcla, mayor tiempo útil de trabajo y elasticidad en la etapa de mortero fresco.

La presencia de puzolana en el Cemento Yura IP, permite cumplir con todas estas exigencias, otorgando una gran Adhesividad al Mortero.

La trabajabilidad del mortero debe conservarse durante el proceso de asentado. Toda mezcla que haya perdido trabajabilidad deberá volver a mezclarse y reemplazarse sin que pase más de 1 hora ½ después de mezclado el mortero.

Debe evitarse añadir agua para reemplazar aquella perdida por evaporación, ya que el mortero perdería sus propiedades.

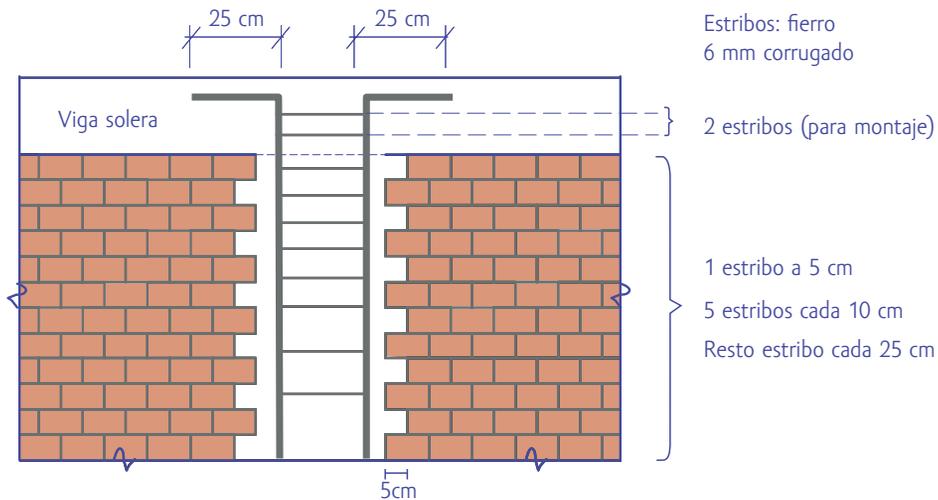
La arena debe ser limpia, libre de materia orgánica y contener granos gruesos y finos. Se recomienda mezclar 50% de arena gruesa con 50% de arena fina para lograr proporción.

## Materiales por m3 de mortero

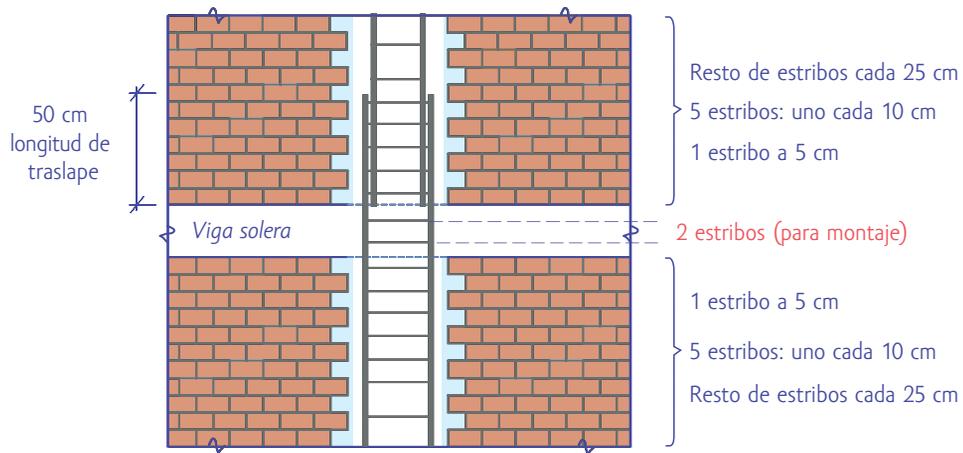
Proporción	Cantidad de material con 3% desperdicio		
	Cemento (Bolsa de 42.5 kg)	Arena (m <sup>3</sup> )	Agua (m <sup>3</sup> )
1.1	22.7	0.700	0.278
1.2	15.5	0.917	0.273
1.3	10.8	1.000	0.268
1.4	8.8	1.071	0.268
1.5	7.2	1.102	0.263
1.6	6.2	1.133	0.263
1.7	5.7	1.154	0.263
1.8	4.8	1.174	0.263

## Detalles de conexiones entre elementos

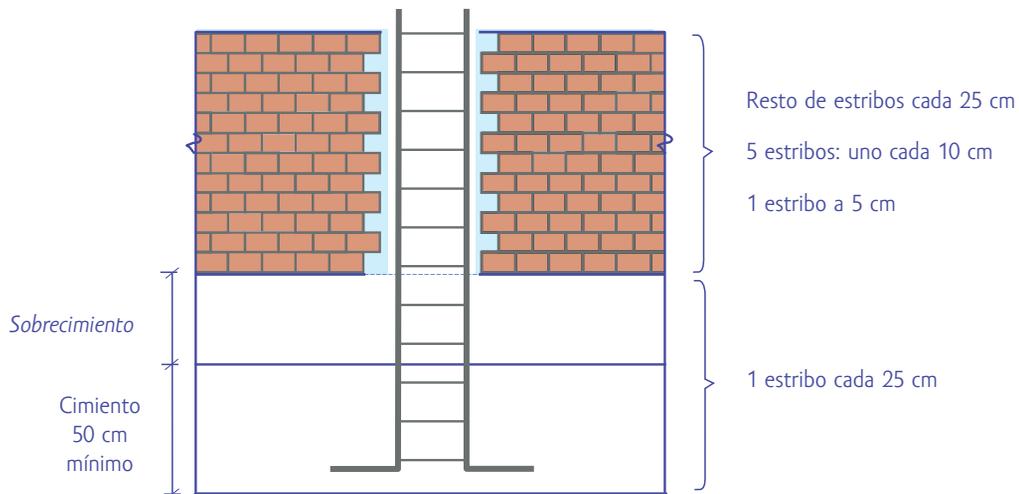
### DETALLE REFUERZO COLUMNAS ÚLTIMO PISO



### DETALLE REFUERZO COLUMNAS PISO INTERMEDIO

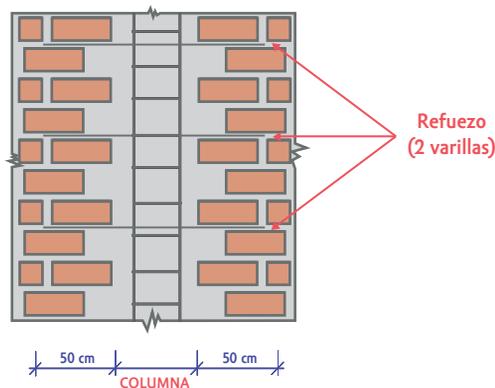


### DETALLE REFUERZO COLUMNA PRIMER PISO

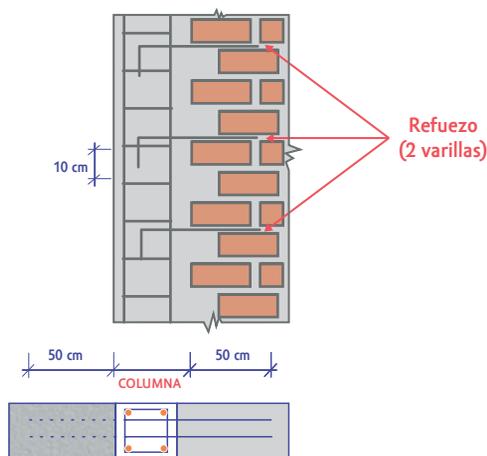


## DETALLE REFUERZO EN MUROS SIN ENDENTADO

Muro a ambos lados de la columna, colocar refuerzo (2 varillas de 6 mm) cada 3 hiladas en cama de mortero



Muro a un solo lado de la columna



## Tabiques

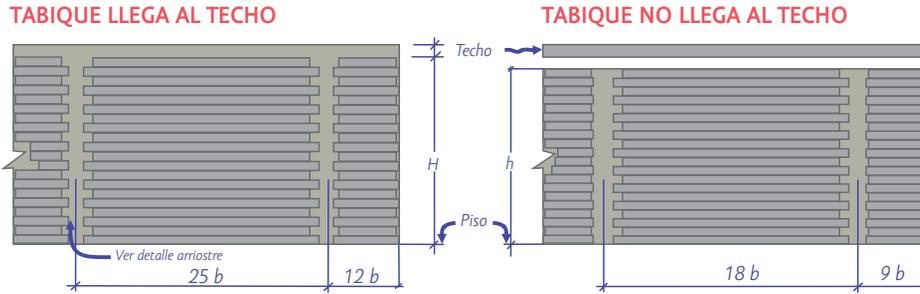
Tabique es el muro que no constituye parte de la estructura portante ni sismo resistente.

Para la construcción de tabiques pueden usarse unidades de albañilería sólidas, huecas ó tubulares.

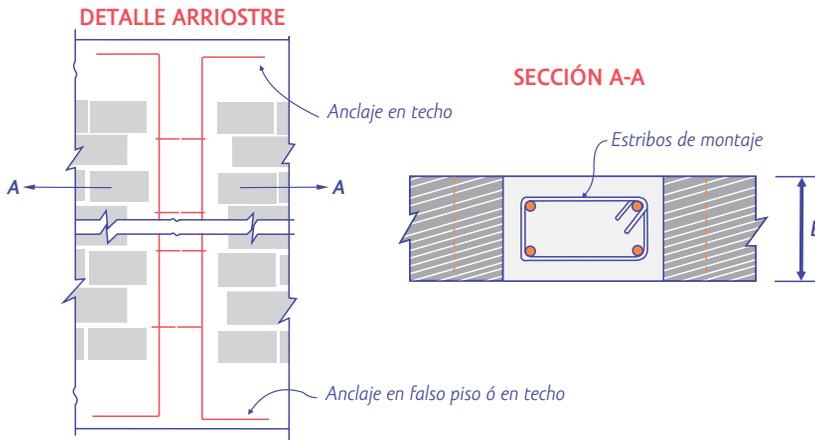
Los tabiques deben construirse de acuerdo a lo especificado en los planos. Si no existe especificación proceder de la siguiente manera:

- En construcciones de albañilería amarrar la tabiquería con el resto de muros y unirla contra pisos y techos.
- En construcciones de concreto armado con placas en ambas direcciones amarrar la tabiquería a la estructura principal, uniéndola contra pisos y techos.
- En construcciones aparticadas de concreto armado, se debe apoyar la tabiquería sobre los pisos separándola de la estructura en sus costados y de la parte superior, dejando un espacio libre mínimo de 2 cm. , el cual puede ser llenado con un material compresible, como espuma plástica.
- Todos los tabiques requieren arriostramientos de acuerdo a las siguientes distancias máximas:

En ambos casos la altura entre piso y techo no será mayor a 2.5 m



En ningún caso  $b \leq H/25$  ó  $b \leq h/18$

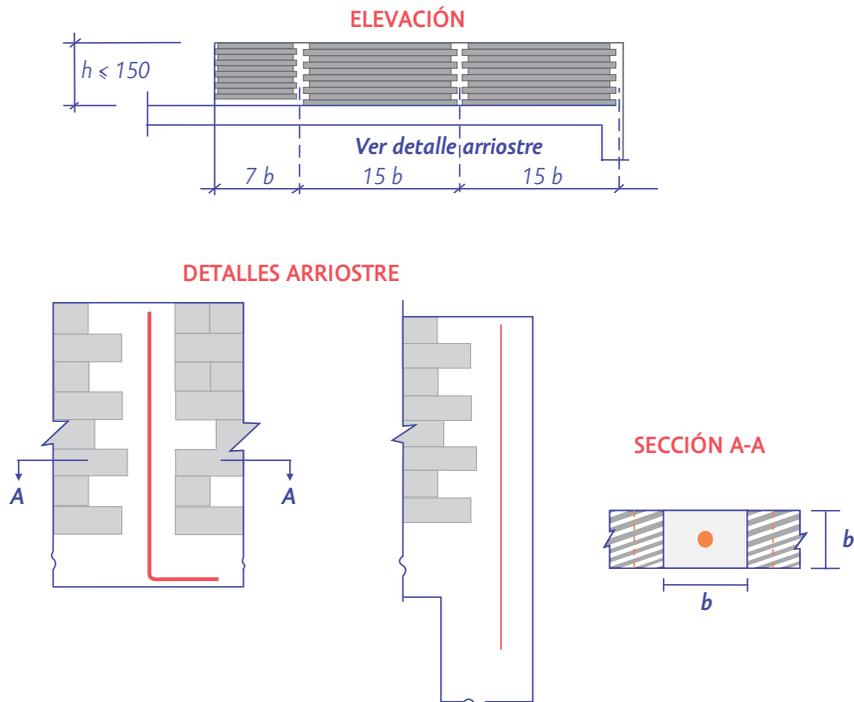


## Parapetos

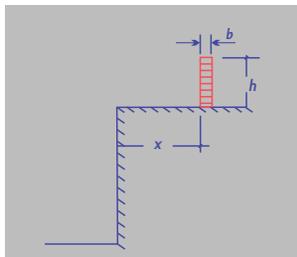
El parapeto es un muro que se encuentra normalmente al borde y en la parte alta de la edificación. Debido a su ubicación hay una exigencia de seguridad por lo que debe cumplir los siguientes requerimientos:

- El parapeto puede construirse con unidades de albañilería solidas, huecas o tubulares.
- Cuando el parapeto es de albañilería con arriostramientos deben cumplirse los siguientes requisitos:

Las distancias entre arriostres no debe ser mayor que:



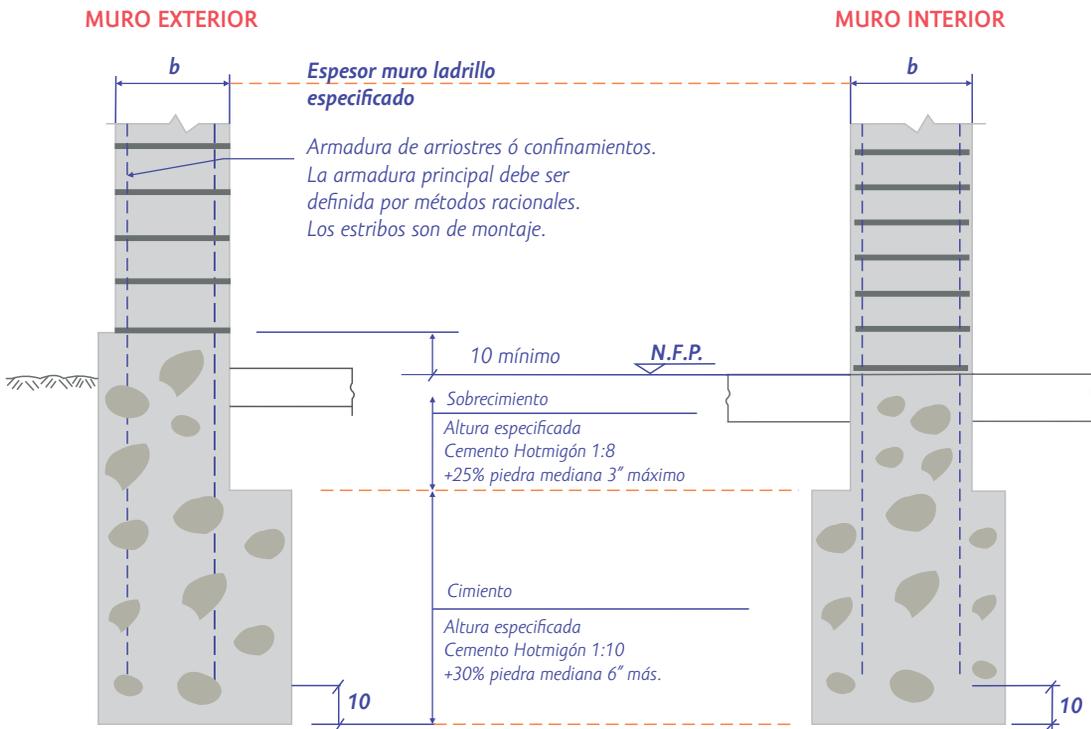
La armadura de arriostre se establecerá por cálculos, pero no menor de 1 varilla de 3/8



- $X > 1.5h$  El parapeto no requiere ser anclado.
- $X < 1.5h$  El parapeto debe estar anclado.
- $H > 1.50m$  El parapeto debe ser de concreto armado.
- $H < 1.50m$  El parapeto puede ser de albañilería con arriostramientos.

## Cimientos y sobrecimientos

- Los cimientos deben estar colocados sobre suelo firme. Sus medidas varían según el tipo de suelo y el tamaño de la estructura.
- En el proceso constructivo, debe verificarse que el fondo de la zanja esté nivelado, debe estar humedecida la zanja antes de llenar el concreto. Es recomendable que asomen del cemento algunas piedras grandes por encima del eje del sobrecimiento.
- El sobrecimiento se construye sobre el cimiento y es del ancho del muro, cuya parte superior debe estar nivelada, para recibir las unidades de albañilería.
- Para formar el sobrecimiento se requiere de encofrado y el nivel final del llenado del sobrecimiento debe estar a una altura mínima de 10 cm. sobre el nivel del suelo, para evitar la humedad.



## Pisos

---

- El piso debe tener una superficie plana y horizontal, y debe ser impermeable y lisa para un mantenimiento y limpieza fácil.

## Falsos pisos

- El falso piso es el intermedio entre el suelo y el piso final o superior. Es de concreto para poder aislar la humedad del terreno de los ambientes de la primera planta.
- El suelo debe estar debidamente nivelado, humedecido y apisonado.
- Para lograr una superficie de concreto debidamente nivelada, debe trabajarse con cuartones, con la medida del espesor del falso piso (3" a 4"), según gráfico.
- El vaciado debe hacerse por paños alternados (en forma de damero).
- La rugosidad final del falso piso, dependerá del tipo y calidad del piso acabado que se colocará después.

## Contrapiso

- Es la superficie donde se colocarán pisos finales (parquet, cerámico, vinílico, alfombra, etc.) o para darle el acabado final al piso de concreto.
- El proceso constructivo es similar al del falso piso, utilizando cuartones con el espesor indicado anteriormente.
- El espesor utilizado y que se recomienda es de 5 cm.

## Losas

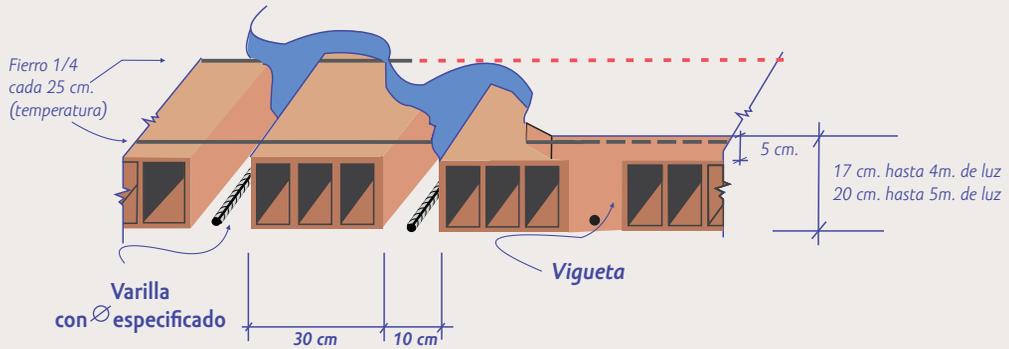
---

- Son estructuras de concreto armado apoyados sobre muros portantes o vigas estructurales, que se utilizan como techos o como entrepisos de una edificación.

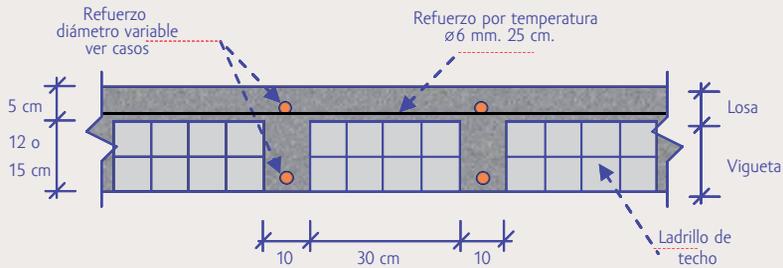
**LOSA MACIZA:** Está constituida en toda su extensión y espesor por concreto armado.

**LOSA NERVADA:** Conformada por viguetas en una o dos direcciones de concreto armado y sin elementos de relleno.

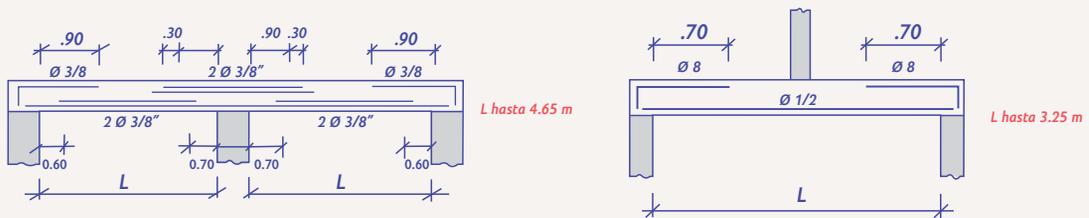
**LOSAS ALIGERADAS:** Está conformada por viguetas, elementos livianos de relleno (ladrillos huecos) losa y refuerzo. Deberá estar enmarcada en el perímetro del techo, por una viga solera o viga collar de concreto armado.

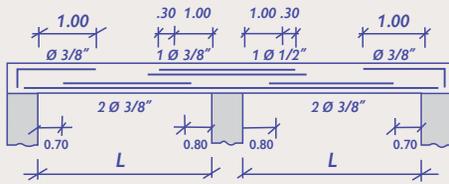


### DETALLE GENERAL ALIGERADO

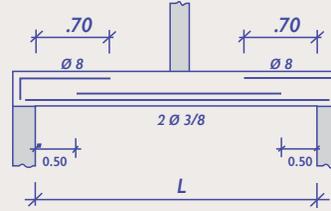


### DETALLE REFUERZO EN VIGUETAS PARA LOSAS ALIGERADAS DE DIFERENTE TRAMOS Y LONGITUDES $h = 20$ cm

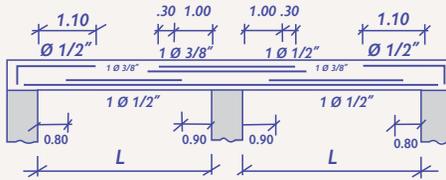




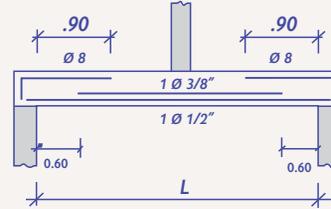
L hasta 5.00 m



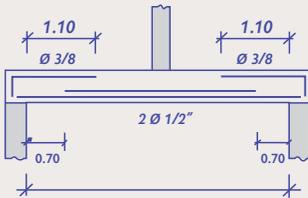
L hasta 3.45



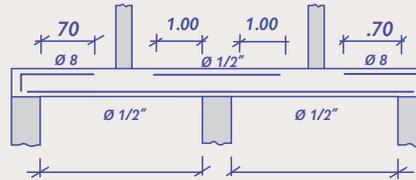
L hasta 5.35 m



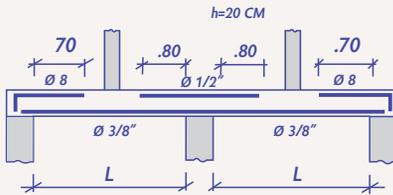
L hasta 4.25



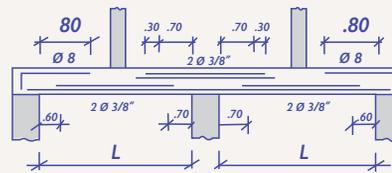
L hasta 4.90



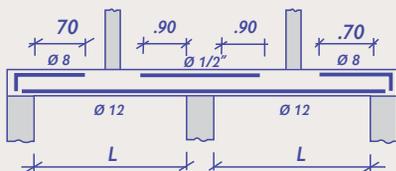
L hasta 3.85 m



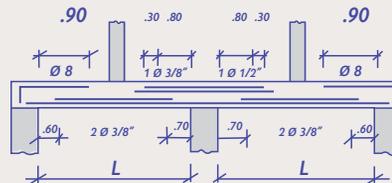
L hasta 3.05 m



L hasta 4.10 m



L hasta 3.60 m



L hasta 4.40 m

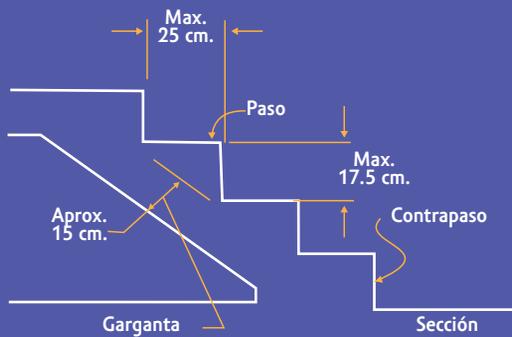
## Escaleras

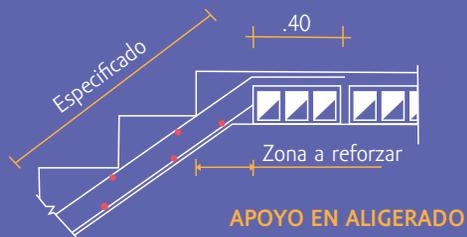
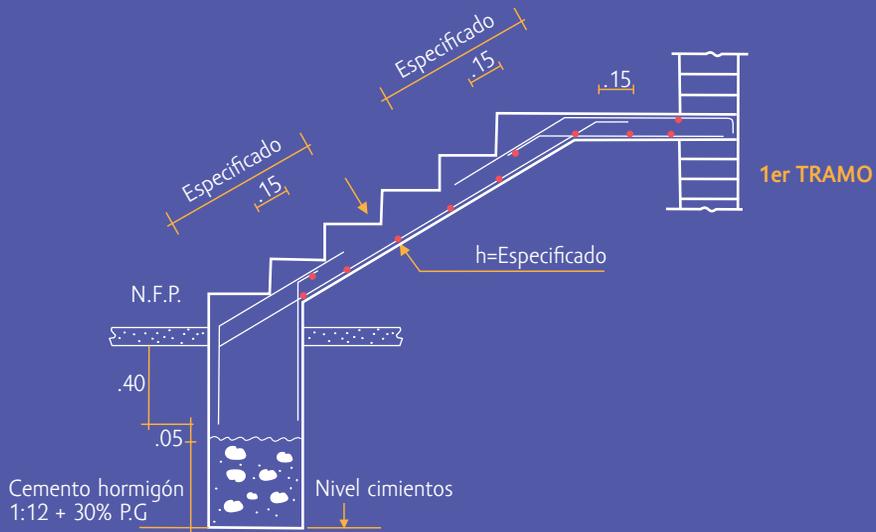
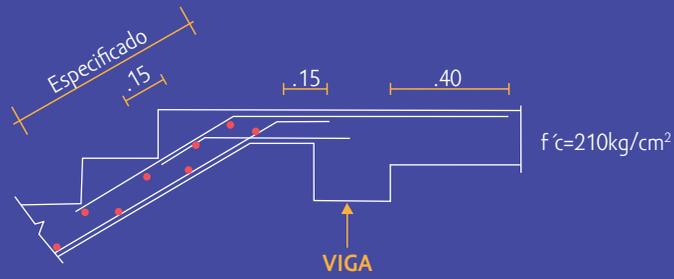
Es la estructura que une diferentes niveles o pisos de una edificación. Compuesto por peldaños, los cuales están compuestos por

**PASOS:** Ancho del peldaño, no menor de 25 cm.

**CONTRAPASO:** Altura del peldaño, no mayor a 17.5 cm.

**GARGANTA:** Espesor de la Losa que soporta los peldaños, el cual es especificado según cálculos.





## Tabla de dosificaciones

Condiciones				Para una bolsa de cemento Yura IP						Para un metro cúbico de concreto con Cemento Yura IP							
ELEMENTOS ESTRUCTURALES	ESPECIFIC.	RESISTENCIA 28 DÍAS F' C KG/CM²	RENDIMIENTO POR M³ DE CONCRETO	VOLÚMENES						VOLÚMENES							
				CEMENTO YURA IP (Bolsas)	AGUA (Litros)	HORMIGÓN (Pies³)	ARENA (Pies³)	PIEDRA (Pies³)	TAMAÑO DE PIEDRA	CEMENTO YURA IP (Bolsas)	AGUA (Litros)	ARENA (M³)	PIEDRA (M³)	HORMIGÓN (M³)			
CIMENTACIÓN	CIMENTOS CORRIDOS	CON PIEDRA GRANDE 8"	100	0.175	1	30.00		3.00	5.00	1"	5.7	171	0.49	0.81			
			100	0.175	1	31.00	7.00				5.7	177			1.13		
		CON PIEDRA MEDIANA 6"	140	0.150	1	29.50		2.00	4.00	1"	6.7	197	0.38	0.75			
	FALSA ZAPATA	CON PIEDRA MEDIANA 6"	140	0.150	1	30.00	6.00				6.7	200			1.13		
	ZAPATA CON O SIN REFUERZO		175	0.134	1	27.50		2.50	3.50	1"	7.5	205	0.53	0.74			
			210	0.113	1	26.00		2.00	3.00	1"	8.8	230	0.50	0.75			
SOBRECIMIENTO	SOBRECIMIENTO	CON PIEDRA MEDIANA 4"	140	0.150	1	29.50		2.00	4.00	1"	6.7	197	0.38	0.75			
			140	0.150	1	30.00	6.00				6.7	200			1.13		
		CONCRETO SIMPLE	175	0.134	1	27.50		2.50	3.50	1"	7.5	205	0.53	0.74			
	CON REFUERZO		175	0.131	1	27.50		2.50	3.00	3/4"	7.6	210	0.54	0.65			
			175	0.134	1	27.50		2.50	3.50	1"	7.5	205	0.53	0.74			
			175	0.131	1	27.50		2.50	3.00	3/4"	7.6	210	0.54	0.65			
ELEMENTOS VERTICALES	COLUMNAS Y PLACAS		210	0.113	1	26.00		2.00	3.00	1"	8.8	230	0.50	0.75			
			210	0.110	1	26.00		2.00	2.50	3/4"	9.1	236	0.51	0.64			
			210	0.109	1	26.00		2.00	2.00	1/2"	9.2	239	0.52	0.52			
			280	0.096	1	21.50		1.50	2.50	1"	10.4	224	0.44	0.74			
			280	0.093	1	21.50		1.50	2.00	3/4"	10.8	231	0.46	0.61			
			280	0.092	1	21.50		1.50	2.00	1/2"	10.9	234	0.46	0.62			
		MUROS DE CONTENCIÓN	CONCRETO CICLOPEO	CON PIEDRA GRANDE 8"	140	0.150	1	29.50		2.00	4.00	1"	6.7	197	0.38	0.75	
				CON PIEDRA MEDIANA 6"	175	0.134	1	27.50		2.50	3.50	1"	7.5	205	0.53	0.74	
	CONCRETO REFORZADO		175	0.134	1	27.50		2.50	3.50	1"	7.5	205	0.53	0.74			
			210	0.113	1	26.00		2.00	3.00	1"	8.8	230	0.50	0.75			
			210	0.110	1	26.00		2.00	3.50	3/4"	9.1	236	0.51	0.90			
			280	0.096	1	21.50		1.50	2.50	1"	10.4	224	0.44	0.74			
			280	0.093	1	21.50		1.50	2.00	3/4"	10.8	231	0.46	0.61			
			280	0.092	1	21.50		1.50	2.00	1/2"	10.9	234	0.46	0.62			
ELEMENTOS HORIZONTALES	FALSO PISO		100	0.175	1	30.00		3.00	5.00	1"	5.7	171	0.49	0.81			
			100	0.175	1	31.00	7.00	31.00			5.7	177			1.13		
	PISO		140	0.150	1	29.50		2.50	4.00	1"	6.7	197	0.38	0.75			
			175	0.134	1	27.50		2.50	3.50	1"	7.5	205	0.53	0.74			
	VIGAS, LOSAS MACIZAS Y TECHOS ALIGERADOS		210	0.113	1	26.00		2.00	3.00	1"	8.8	230	0.50	0.75			
			210	0.110	1	26.00		2.00	3.50	3/4"	9.1	236	0.51	0.64			
			280	0.096	1	21.50		1.50	2.50	1"	10.4	224	0.44	0.74			
			280	0.093	1	21.50		1.50	2.00	3/4"	10.8	231	0.46	0.61			
			280	0.092	1	21.50		1.50	2.50	1/2"	10.9	234	0.46	0.77			
			140	0.150	1	29.50		2.50	4.00	1"	6.7	197	0.38	0.75			
ELEMENTOS INCLINADOS	GRADAS	CONCRETO CICLOPEO	CON PIEDRA MEDIANA 6"	175	0.134	1	27.50		2.50	3.50	1"	7.5	205	0.53	0.74		
			CONCRETO SIMPLE	175	0.134	1	27.00		2.50	3.50	1"	7.5	201	0.53	0.74		
	ESCALERAS REFORZADAS		175	0.134	1	27.00		2.50	3.50	1"	7.5	201	0.53	0.74			
			210	0.113	1	26.00		2.00	3.00	1"	8.8	230	0.50	0.75			
			210	0.110	1	26.00		2.00	2.50	3/4"	9.1	236	0.51	0.64			
			280	0.096	1	21.50		1.50	2.50	1"	10.4	224	0.44	0.74			
			280	0.093	1	21.50		1.50	2.00	3/4"	10.8	231	0.46	0.61			
			280	0.092	1	21.50		1.50	2.00	1/2"	10.9	234	0.46	0.62			

## Tabla de proporciones

### Equivalencias longitud área volumen

Unidades	Centímetros	Pulgadas	Pies	Metros	Otras medidas
1 metro	100 cm	39.37 pulg	3.28 pies		1.0936 yardas
1 pie	30.48 cm	12.00 pulg		0.035487 metros	
1 pulgada	2.54 cm		0.0833 pies	0.035254 metros	
1 cm		0.3937 pulg	0.0328 pies	0.01 metros	
1m <sup>2</sup>	10,000.00 cm <sup>2</sup>	1,550.00 pulg <sup>2</sup>	10.76 pies <sup>2</sup>		
1 pie <sup>2</sup>	929.03 cm <sup>2</sup>	144.00 pulg <sup>2</sup>		0.09299 m <sup>2</sup>	
1 pulgada <sup>2</sup>	6.45 cm <sup>2</sup>	pulg <sup>2</sup>	0.00694 pies <sup>2</sup>	0.00064 m <sup>2</sup>	
1cm <sup>2</sup>		0.155 pulg <sup>2</sup>	0.00107 pies <sup>2</sup>	0.0001 m <sup>2</sup>	
1m <sup>3</sup>	1,000,000.00 cm <sup>3</sup>	61,023.38 pulg <sup>3</sup>	35.29 pies <sup>3</sup>		
1pie <sup>3</sup>	28,316.85 cm <sup>3</sup>	1,728 pulg <sup>3</sup>		0.02853 m <sup>3</sup>	
1pul <sup>3</sup>	16.39 cm <sup>3</sup>		0.000034 pies <sup>3</sup>	0.00001 m <sup>3</sup>	
1cm <sup>3</sup>		.06102 pulg <sup>3</sup>			
1 litro	1,000.00 cm <sup>3</sup>	61.02 pulg <sup>3</sup>	0.03531 pies <sup>3</sup>	0.001 m <sup>3</sup>	
1 bolsa (42.5kg)	28,316.85 cm <sup>3</sup>	1728.00 pulg <sup>3</sup>	1.00 pies <sup>3</sup>	0.02833 m <sup>3</sup>	
2 bolsas (42.5kg)	56,633.70 m <sup>3</sup>	3456.00 pulg <sup>3</sup>	2.00 pies <sup>3</sup>	0.05666 m <sup>3</sup>	1 carretilla
3 bolsas (42.5kg)	84,950.55 cm <sup>3</sup>	5184.00 pulg <sup>3</sup>	3.00 pies <sup>3</sup>	0.08499 m <sup>3</sup>	1 boogie
1 kg					2.20462

# 5 CONCRETO PREMEZCLADO



# CAPÍTULO 5

## Concreto premezclado

La ventaja más sobresaliente en el empleo de concreto premezclado es la garantía de su producción en cuanto a las propiedades mecánicas del material, avalado no sólo por un riguroso control mediante continuas pruebas realizadas sobre el producto final, sino que además se realizan diferentes controles de los componentes, a través de un tratamiento estadístico de los mismos, y la capacitación permanente del personal involucrado en dichas tareas.

El concreto es un material que presenta la particularidad de que puede ser realizado en cualquier lugar y de cualquier manera, pero se debe tener bien en claro que de la forma de ejecución, del control de los materiales, de su colocación y curado, depende la calidad futura de la estructura de concreto en toda su vida útil.

El concreto es uno de los pocos materiales o productos que no son almacenables; por lo tanto, no se puede producir y mantener para comprobar su calidad antes de ser utilizado en la obra (con excepción de los elementos prefabricados). Esto requiere un cuidado extremo en la selección de las materias primas antes de su utilización y en los criterios de elaboración.

### Concreto premezclado vs concreto hecho en obra

La necesidad de obtener elevadas resistencias y reducir los tiempos de vaciado, hacen del concreto premezclado una buena opción. Cada vez es más frecuente solicitarlo a una empresa de premezclados, que realizarlo en obra.

Para comparar el concreto premezclado con el hecho in situ, es importante destacar que no sería del todo adecuado hacerlo sólo desde la suma de costos de los materiales componentes del concreto, pues existen muchos otros elementos a considerar, que al tenerlos en cuenta dan como único resultado que el concreto hecho in situ es definitivamente mucho más caro que el concreto premezclado. El servicio de la industria del concreto premezclado establecido formalmente no sólo otorga la facilidad de tener volúmenes importantes en un determinado momento sino que además, detrás de cada entrega, hay detalles complementarios al servicio que son motivo de una preparación y cúmulo de experiencias importantes.

### Problemas que se pueden presentar en la preparación del concreto en obra:

- A** Reducción de la durabilidad.
- B** Agrietamientos.
- C** Variaciones de la resistencia a la compresión o flexión.
- D** Segregación de los materiales componentes.
- E** Falta de continuidad en el elemento estructural.
- F** Importantes contracciones.
- G** Aumento en la permeabilidad.
- H** Aumento en el sangrado.
- I** Riesgo en la estabilidad de la estructura.
- J** Reducción de la capacidad de adherencia con el acero de refuerzo.
- K** Reducción o variación del módulo de elasticidad.

El concreto premezclado es más que un producto, es un paquete de servicios que proporciona un conjunto importante de beneficios al usuario, sea proyectista, contratista o propietario de la obra.

Como son tantas las variables involucradas en el producto concreto, hay muchas condicionantes para producir un concreto de calidad, por lo que debe considerarse a la producción de concreto premezclado como un servicio complejo y de carácter dinámico que tiene que ser realizado por especialistas.



## Ventajas del concreto premezclado:

- A** Considerables avances en la tecnología y el equipamiento.
- B** Adecuado control de calidad sobre el concreto suministrado.
- C** Provisión de materiales componentes con pesos controlados y precisos.
- D** Posibilidad de suministro las 24 horas.
- E** No se requiere espacio de almacenamiento para los agregados y el cemento en la obra.
- F** Eliminación de desperdicios o fugas de materiales.
- G** Menor control administrativo por el volumen y dispersión de compras de agregados y cemento.
- H** Mayor limpieza en la obra, evitando multas por invadir frecuentemente la vía pública con los materiales.  
Asesoramiento técnico especializado sobre cualquier aspecto relacionado con el uso o características del concreto.
- J** La máxima experiencia trasladada al producto y puesta al alcance del usuario.
- K** Conocimiento real del costo del concreto.
- L** Mayores velocidades de vaciado y por consecuencia un avance en la terminación de la obra.
- M** Reducción de vaciados suspendidos, ya que el productor normalmente cuenta con más de una planta premezcladora.
- N** Disponibilidad de bombas concreteras de alcance horizontal y vertical, para concreto bombeado.



**YURA**

**YURA**